



# Web Science and Web Technology Webtechnologies II - Semantic Web



**Peter Scheir**

**TU Graz & Know-Center**

<http://kmi.tugraz.at>    <http://www.know-center.at>

This work is licensed under the Creative Commons Attribution 2.0 Austria License.  
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/at/>.



# Inhalt

---

- 🌐 **Über...**
- 🌐 Semantic Web

# Vorlesung Wissenstechnologie

---

## 🌐 Vortragender

- ◆ Peter Scheir (peter.scheir@tugraz.at)

## 🌐 Themen

- ◆ Semantic Web
- ◆ Web 2.0
- ◆ Vision / Technologien / Anwendungen

## 🌐 Homepage:

- <http://kmi.tugraz.at/blogs/wissenstechnologie>
- ◆ Wordpress Blog
- ◆ Ankündigungen und Folien zur VO

# Inhalt

---

- 🌐 Über...
- 🌐 **Semantic Web**

# Semantic Web - Brainstorming

---

🌐 Semantic Web

◆ ...

# Semantic Web - Brainstorming

---

## Semantic Web

- ◆ RDF
- ◆ Austausch von Daten
- ◆ Zusammenlegen von Daten
- ◆ Ableitung von neuem Wissen aus Daten
- ◆ Keyword based search != Content based search
- ◆ Beschreiben von Seiten mit Metadaten
- ◆ Top down (Semantic Web) vs. Bottom up (Web 2.0) – Festlegen von Kategorien / Kategorien entstehen durch User

# Semantic Web Video

---

🌐 Tim Berners-Lee on the Semantic Web

→ <http://www.technologyreview.com/video/semantic>

# Semantic Web - Nachbetrachtung

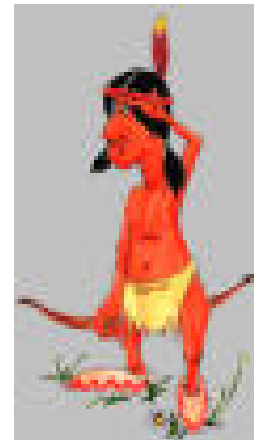
---

## Semantic Web

- ◆ Paradigmenwechsel von Web of Documents zum Web of Data

# Suchen im WWW: Ein Beispiel

Bildsuche in Google nach „Apache“



Welcome to the Apache Server Project

<http://kmi.tugraz.at>

# Suchen im WWW: Identifiziertes Problem

---

## Nicht erkannt werden z.B.

- Synonyme (bedeutungsgleiche Wörter, z.B. „Mieze“ und „Katze“)
- Homonyme (gleiche Schreibweise aber andere Bedeutung, z.B. „Enterprise“)

## Gesucht wird nach Wörtern

- Keine konzeptuelle Suche
  - ◆ Konzept = Vorstellung von einem komplexen Sachverhalt

# Suchen im WWW: Was geht nicht?

## Keine Bedeutungszusammenhänge

Wer versuchte in der Folge „Wer erschöß Mr. Burns? Teil 1“ (6. Staffel) Mr. Burns zu erschießen?



# Zusammenfassung

---

## Keine explizite Semantik

- Teilgebiet der Sprachwissenschaft, das sich mit **Sinn** und **Bedeutung** der Sprache bzw. sprachlicher Zeichen befasst

## Jetzige Situation im WWW

- Inhalte von Webseiten können meist nur vom Menschen vollständig interpretiert werden

# Definition „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 cooperations.*

[Berners-Lee et al. 2001]

→ [http://www.sciam.com/print\\_version.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21](http://www.sciam.com/print_version.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21)

*The Web of Data*

[Berners-Lee 2007]

# Definition „Semantic Web“

---

*The **Semantic Web** provides a common framework that allows **data** to be shared and reused across application, enterprise, and community boundaries. It is a collaborative effort led by W3C with participation from a large number of researchers and industrial partners.*

*→ <http://www.w3.org/2001/sw/>*

# Anwendungsszenario

---

Planung einer Reise über das Internet mit Hilfe eines Software-Agenten

Software-Agenten sucht selbstständig

- Geeigneten Flug
- Geeignete Hotels
- Alternativen

und erstellt optimale Reiseplanung.

Der Software-Agent kann seine Auswahl begründen.



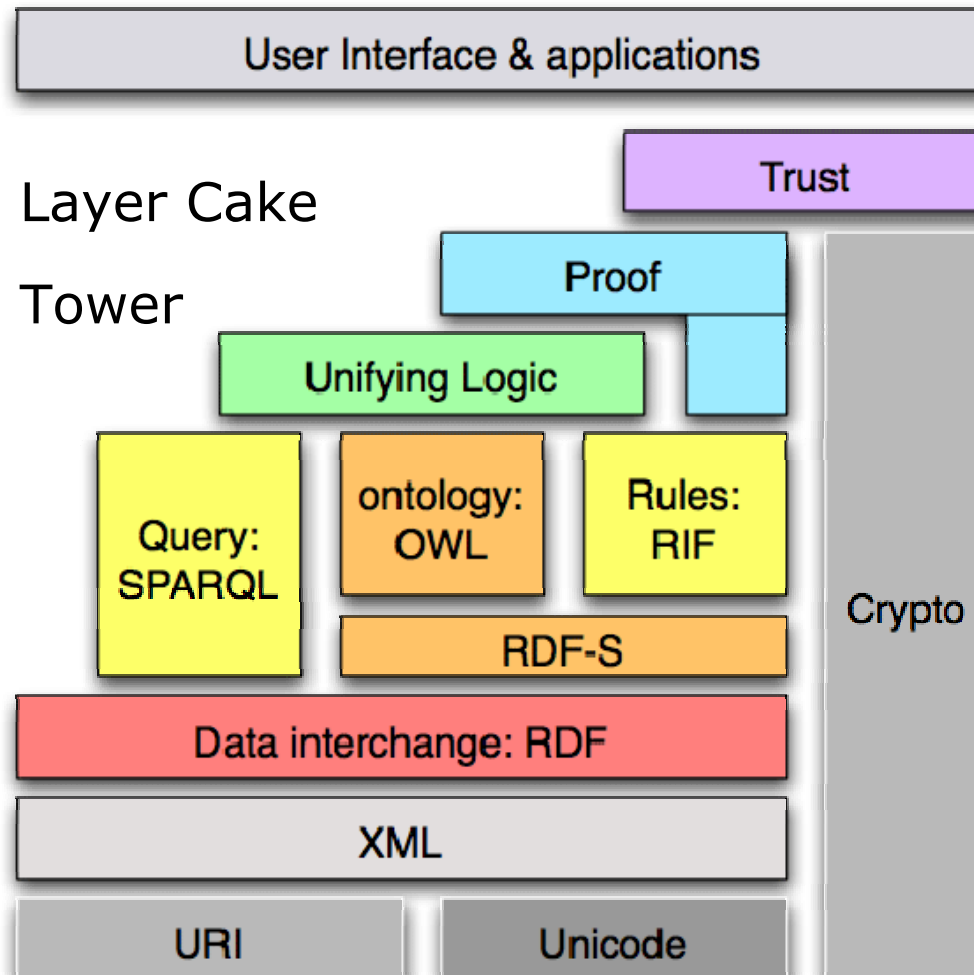
# Inhalt

---

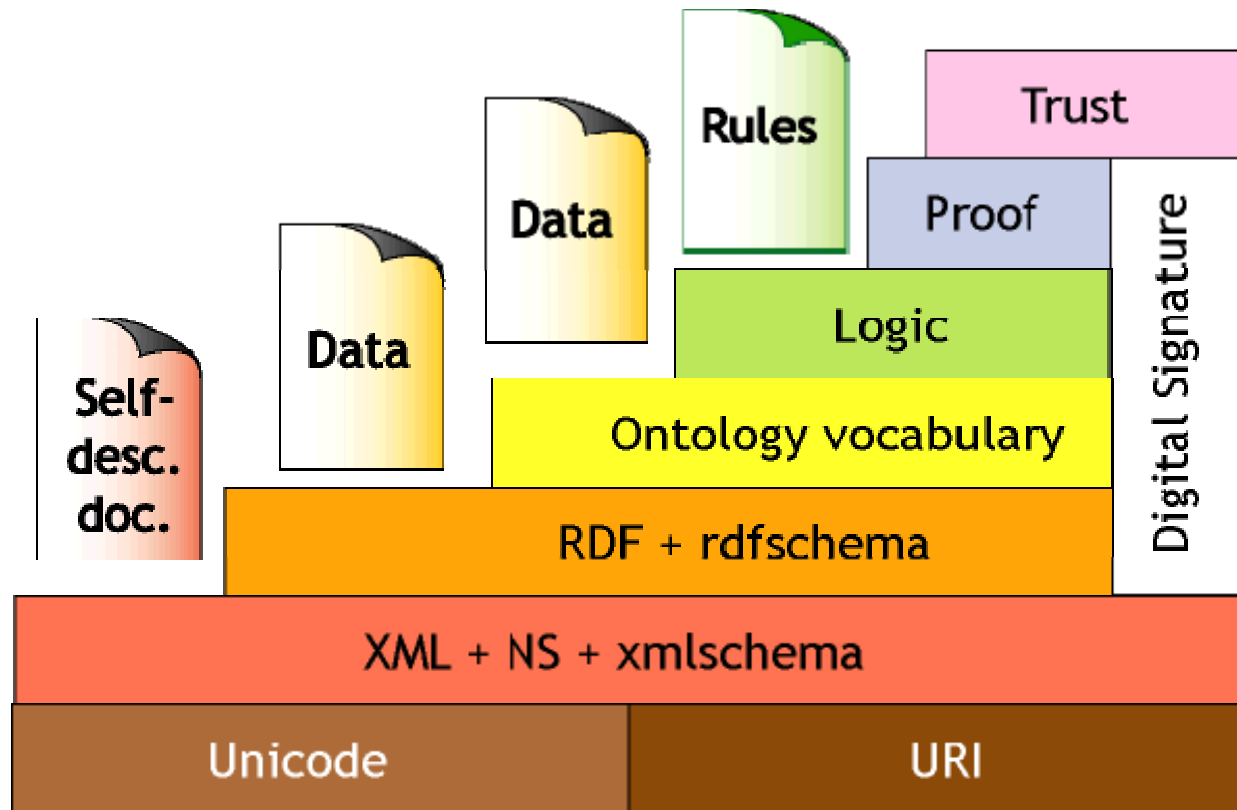
- Über...
- **Semantic Web**
  - ◆ **Semantic Web Stack**
  - ◆ RDF
  - ◆ RDF Schema
  - ◆ Ontologien
  - ◆ OWL

# Semantic Web Stack

- a.k.a. SW Layer Cake
- a.k.a. SW Tower



# Semantic Web Stack – alt



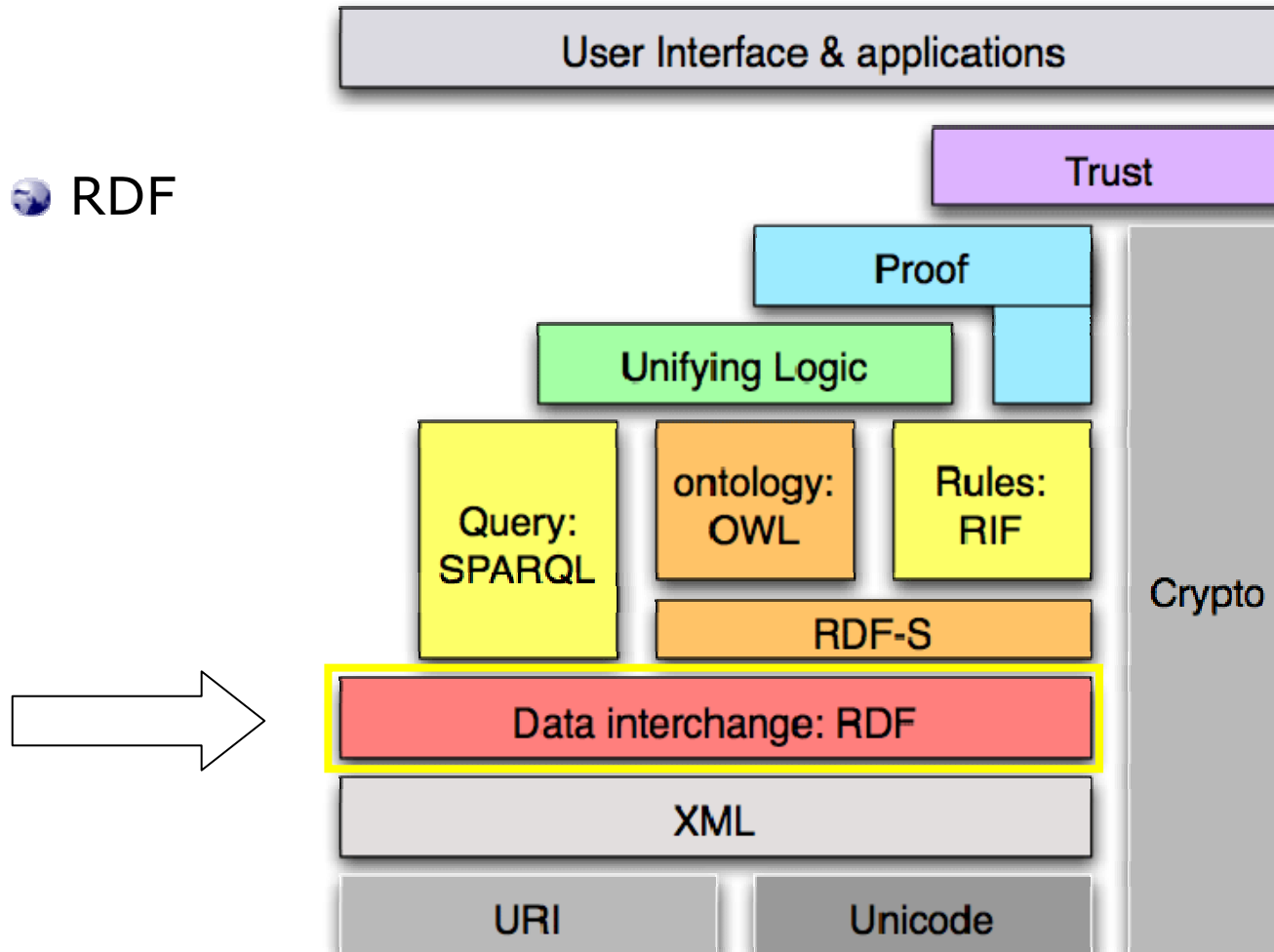
# Inhalt

---

- 🌐 Über...
- 🌐 **Semantic Web**
  - ◆ Semantic Web Stack
  - ◆ **RDF**
  - ◆ RDF Schema
  - ◆ Ontologien
  - ◆ OWL

# Semantic Web Stack

🌐 RDF



# Ziel von RDF

---

- Beschreiben von Ressourcen (im Web)
  
- Zur:
  - ◆ Klassifikation
  - ◆ Reihung
  - ◆ Verknüpfung mit anderen Ressourcen

# Ressourcen

---

- Eine Ressource wird durch eine URI repräsentiert
- Alles für das eine URI vergeben werden kann, kann eine Ressource sein

# RDF Datenmodell

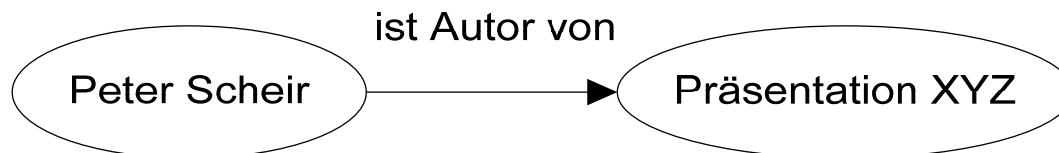
---

- 🌐 Ressourcen (Resources)
  - ◆ Durch URIs repräsentiert
- 🌐 Eigenschaften (Properties)
  - ◆ Verbinden Ressourcen untereinander
  - ◆ Verbinden Ressourcen mit Attributen
- 🌐 Aussagen (Statements)

→ <http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/>

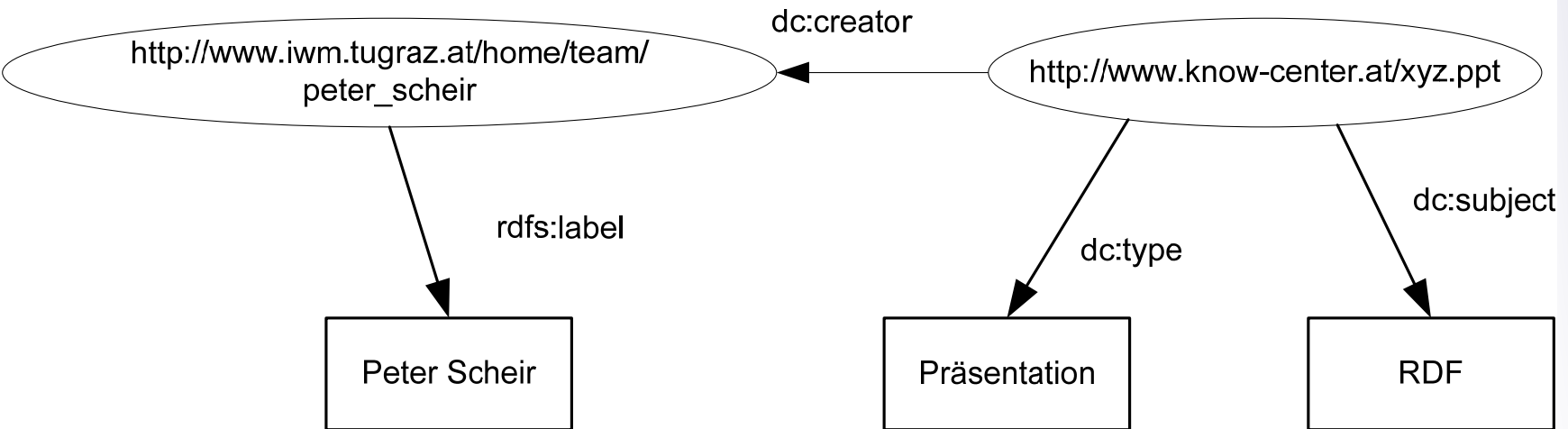
# RDF Statements

- Ein Statement besteht aus Subjekt, Prädikat und Objekt:
  - ◆ [Peter Scheir, ist Autor von, Präsentation XYZ]
  - ◆ Peter Scheir ... Subjekt
  - ◆ ist Autor von ... Prädikat
  - ◆ Präsentation XYZ ... Objekt



# Der RDF Graph - einfach

- Aus Menge an Tripel entsteht ein RDF Graph



- rdfs und dc sind Vokabulare
  - rdfs: <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>
  - dc: <http://dublincore.org/>

# Der RDF Graph - fortgeschritten

---

- 🌐 RDF Primer

→ <http://www.w3.org/TR/rdf-primer/>

- 🌐 Blank Nodes

- 🌐 Literals (Untyped, Typed)

- 🌐 Container

- ◆ Bag
- ◆ Sequence
- ◆ Alternative

- 🌐 Collections

- 🌐 Reification

# RDF vs. XML

---

- XML bietet Mechanismus um Daten zu strukturieren
- RDF bietet Mechanismus um über Daten etwas auszusagen (Metadaten, Daten über Daten)
- RDF ist keine Sprachdefinition wie XML sondern ein „Modell“ (Stichwort RDF-Graph)
- Es gibt verschiedene Serialisierungsformen des RDF Graphen (RDF/XML, N3, Turtle)

# RDF - RDF/XML

```
<?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/"
  xmlns:ex="http://example.org/terms/">
  <rdf:Description rdf:about="http://www.example.org/index.html">
    <dc:creator rdf:resource="http://www.example.org/staffid/85740" />
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="http://www.example.org/staffid/85740"
    ex:name="John Smith" />
  <rdf:Description rdf:about="http://www.example.org/staffid/85740"
    ex:age="27" />
</rdf:RDF>
```

# RDF - Notation 3 (N3)

```
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
```

```
@prefix dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/> .
```

```
@prefix ex: <http://example.org/terms/> .
```

```
<http://www.example.org/index.html>
```

```
    dc:creator <http://www.example.org/staffid/85740> .
```

```
<http://www.example.org/staffid/85740>
```

```
    ex:name "John Smith" ;
```

```
    ex:age "27" .
```

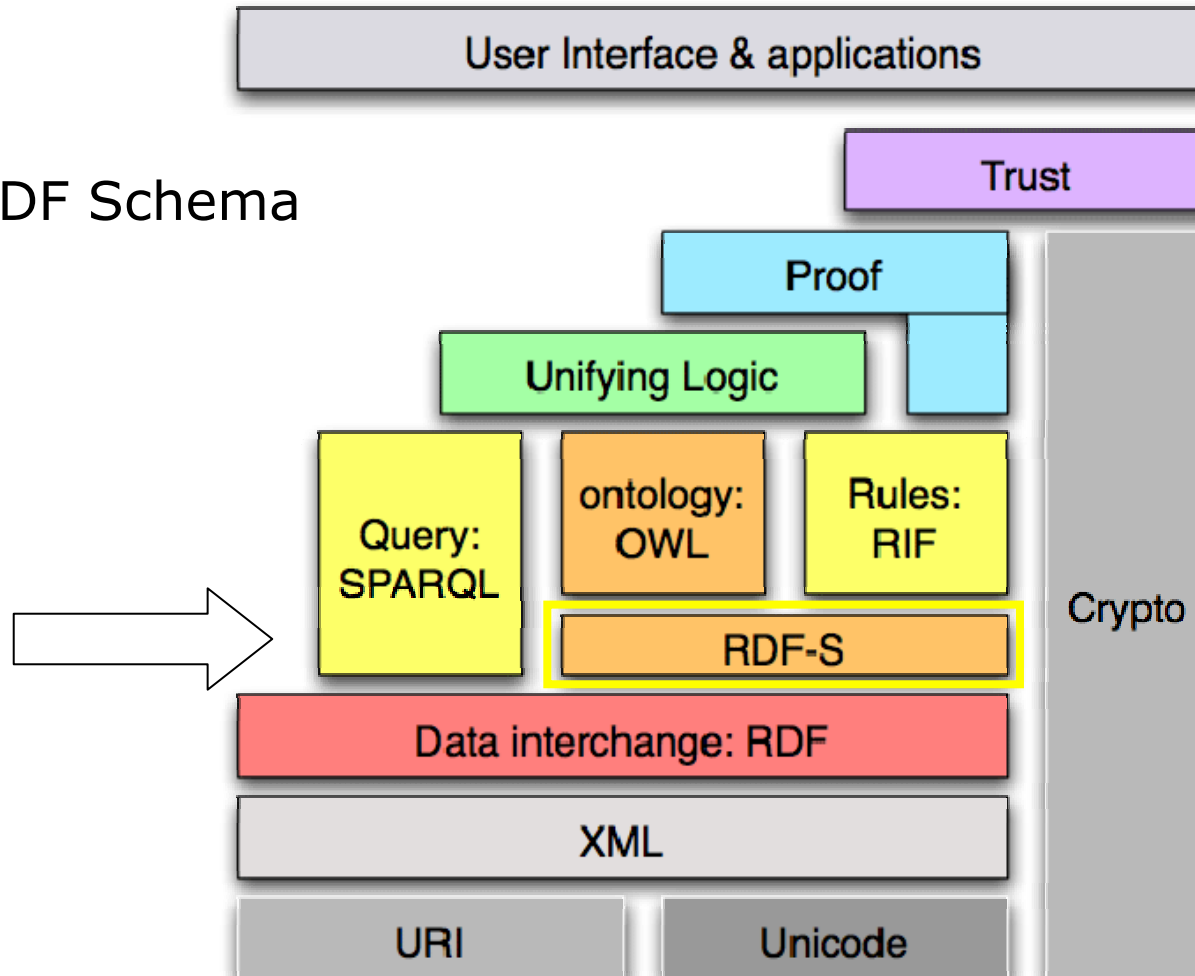
# Inhalt

---

- 🌐 Über...
- 🌐 **Semantic Web**
  - ◆ Semantic Web Stack
  - ◆ RDF
  - ◆ **RDF Schema**
  - ◆ Ontologien
  - ◆ OWL

# Semantic Web Stack

🌐 RDF Schema



# Von RDF zu RDF Schema (RDFS)

---

- 🌐 RDF
  - ◆ Aussagen über Ressourcen via Eigenschaften (Properties) und deren Eigenschaftswerte
- 🌐 RDF ermöglicht nicht
  - ◆ Aussagen über Art der Ressource oder Properties
  - ◆ Zusammenhänge zwischen Art von Ressourcen und Properties
- 🌐 Durch Erweiterung zu RDF - *RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema* adressiert
- 🌐 Spezielles Vokabular zur Definition von Klassen von Ressourcen und Properties (Z.B. Katze gehört zur Klasse der Säugetiere)

→ <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>

# RDF Schema und objekt-orientierte Sprachen

- RDF Schema verwendet objekt-orientierten Konzepte
  - ◆ Klassen
  - ◆ Eigenschaften
- Aber: Nicht Klassen haben Eigenschaften (wie in z.B. Java)
- Eigenschaften werden Klassen zugewiesen (domain, range), z.B.:
  - ◆ Eigenschaft: *hatAutor*
  - ◆ domain: *Dokument*
  - ◆ range: *Person*
- Einfacher neue Eigenschaften für Klassen festzulegen ohne Klassendefinitionen verändern zu müssen
- Einfachere Erweiterung des Vokabulars

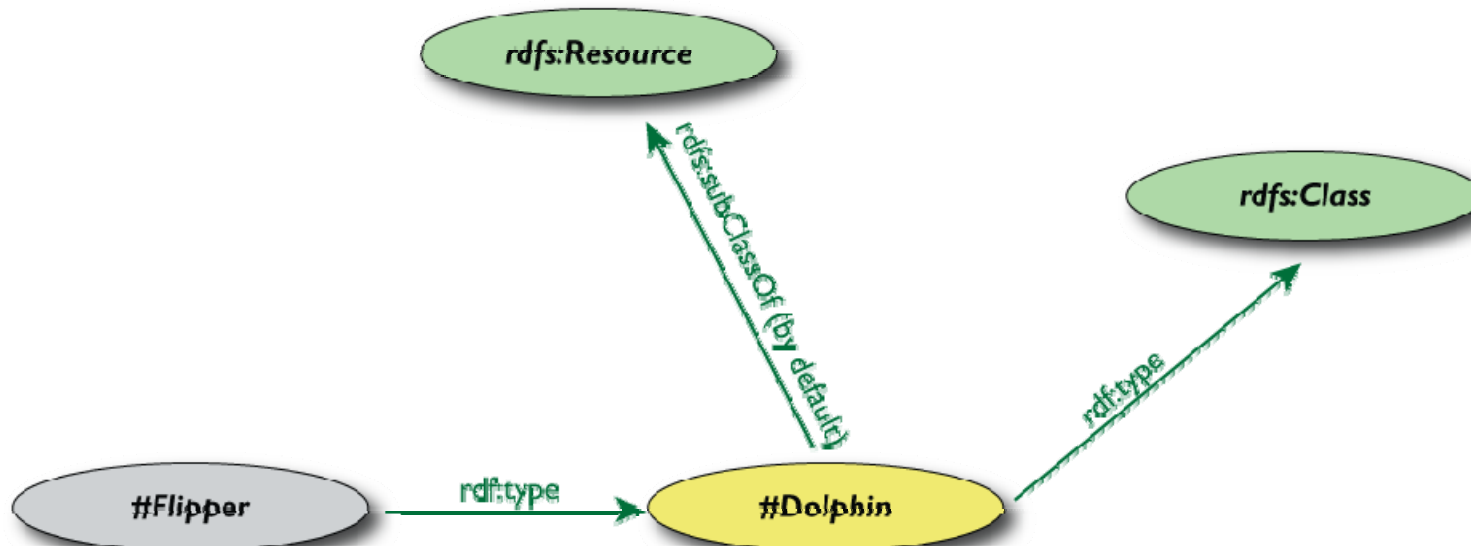
# Anwendungsfälle von RDF Schema

---

- Spezifikation von Vokabularen
  - ◆ RDF: → <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns>
  - ◆ RDF Schema: → <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema>
- Modellierung von Ontologien / Modellierung von Teilen der Welt

# Klassen & Ressourcen

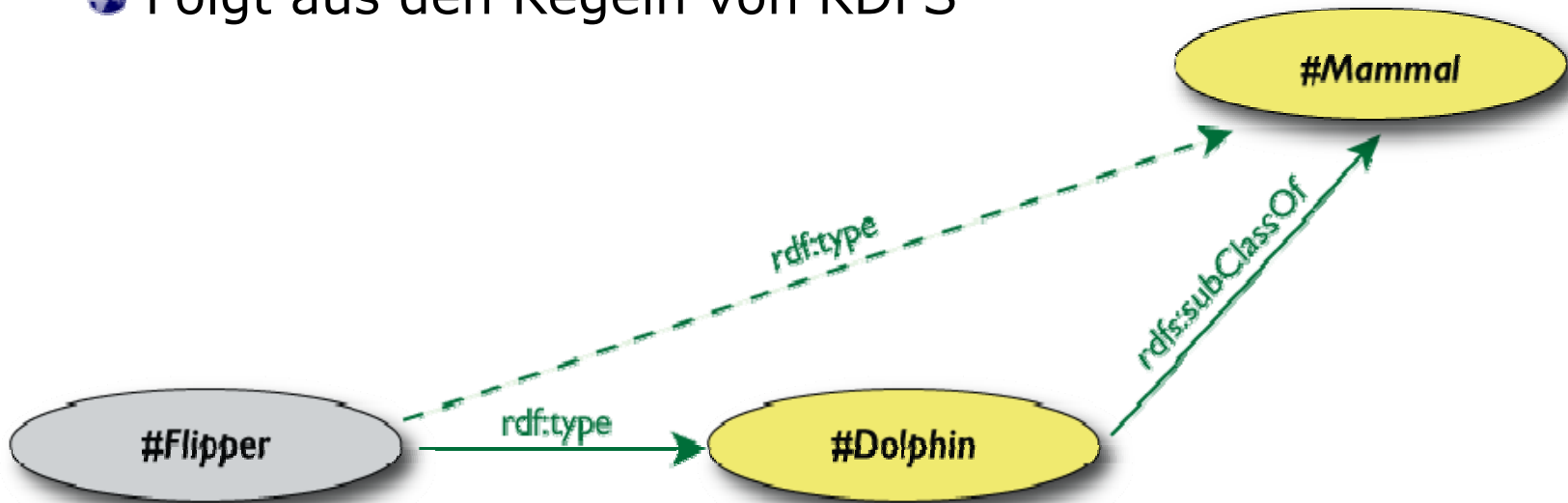
- Beziehungen zwischen Klassen und Ressourcen
  - ◆ *Typing*: Individuals werden Klassen zugeordnet (Ein Individual kann mehreren Klassen angehören)
  - ◆ *Subclassing*: Klassen werden abgeleitet



# Inferred Properties

Gestrichelte Verbindung:

- Ist nicht explizit angegeben
- Folgt aus den Regeln von RDFS



# Inferred Properties

---

Das RDF Semantics Dokument hat eine Liste von 44 *Entailment Rules*:

- “if such and such triplets are in the graph, add this and this triplet”
  - “do that recursively until the graph does not change”
  - “this can be done in polynomial time for a specific graph”
- <http://www.w3.org/TR/rdf-mt/>

# XML Schema vs . RDF Schema

---

Für XML-Dokumente:

- Für XML gibt es Schemasprachen (Z.B.: DTD, XML Schema, etc.)
- XML-Dokumente können validiert werden

Für RDF:

- Spezielles Vokabular zur Definition von Klassen von Ressourcen und Properties
- Nur bedingt für Validierung (Closed World)

# Inhalt

---

- 🌐 Über...
- 🌐 **Semantic Web**
  - ◆ Semantic Web Stack
  - ◆ RDF
  - ◆ RDF Schema
  - ◆ **Ontologien**
  - ◆ OWL

# Diskussion: Ontologien

---

# Ontologie im Eigenbau

---

- Wir modellieren diesen Raum
  - ◆ Für Putzroboter
  - ◆ Für ein Inventarisierungssystem

# Ontologie (Gruber)

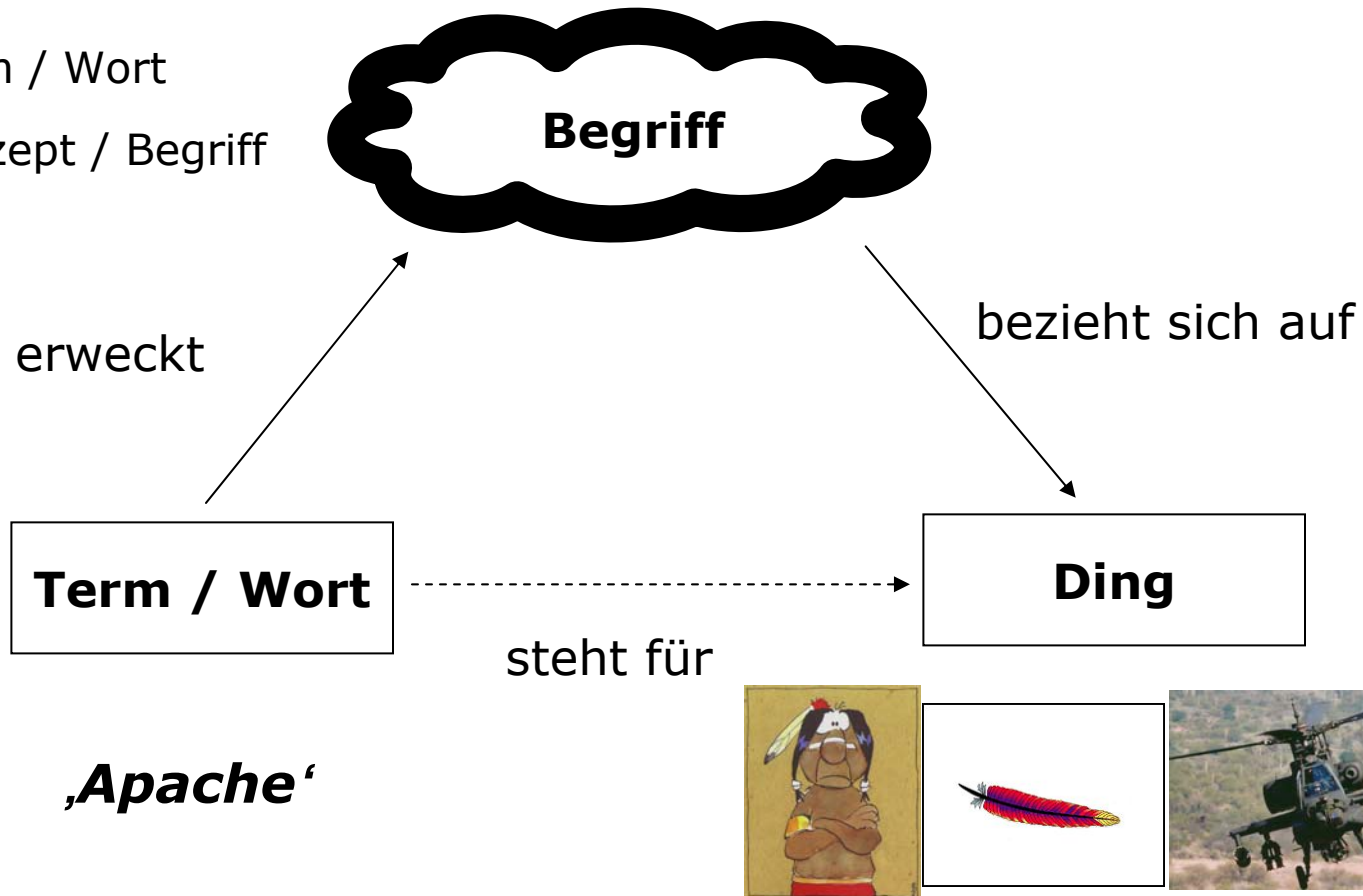
---

- **explicit specification of a conceptualization**
- **conceptualization** is an **abstract, simplified view** of the **world** that we wish to represent for some purpose
- **Definitions associate the names of entities** in the universe of discourse with **human-readable text describing** what the **names** mean, and **formal axioms** that **constrain** the **interpretation** and well-formed use of these terms.  
Formally, an **ontology** is the **statement** of a **logical theory**

# Begriffsdefinition

Term / Wort

Konzept / Begriff



# Ontologie (Gruber)

---

- **explicit specification of a conceptualization**
- **conceptualization** is an **abstract, simplified view** of the **world** that we wish to represent for some purpose
- **Definitions associate the names of entities** in the universe of discourse with **human-readable text describing** what the **names** mean, and **formal axioms** that **constrain** the **interpretation** and well-formed use of these terms.  
Formally, an **ontology** is the **statement** of a **logical theory**

# Ontologie (Guarino)

---

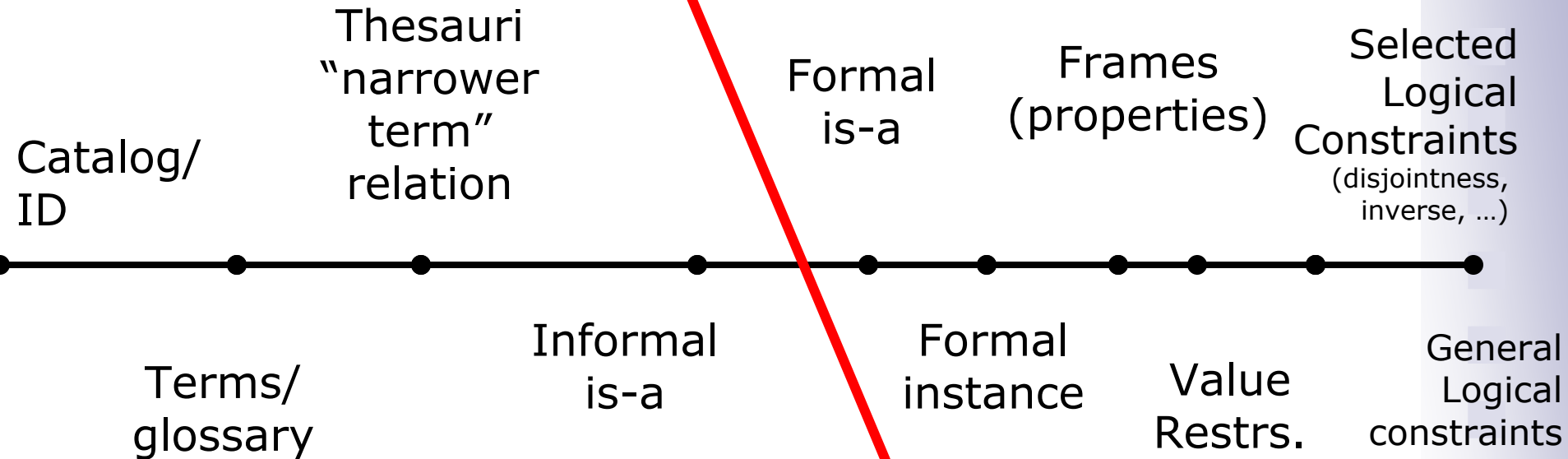
- An ontology is a **logical theory** accounting for the **intended meaning** of a **formal vocabulary**, i.e. its ontological commitment to a particular conceptualization of the world. The intended models of a logical language using such a vocabulary are constrained by its ontological commitment. An ontology indirectly reflects this commitment (and the underlying conceptualization) by approximating these intended models.
- an **ontology** is **language-dependent**
- a **conceptualization** is **language-independent**

# Ontologie (Sowa)

---

- An **informal ontology** may be specified by a **catalog of types** that are either **undefined** or defined only by statements in a **natural language**.
- A **formal ontology** is specified by a **collection of names** for **concept** and **relation types** organized in a **partial ordering** by the type-subtype relation.

# Ontology Spectrum (McGuinness)



→ [http://ontolog.cim3.net/file/work/OntologySummit2007/workshop/McGuinness\\_NIST-interop-ontology-summit\\_20070423.ppt](http://ontolog.cim3.net/file/work/OntologySummit2007/workshop/McGuinness_NIST-interop-ontology-summit_20070423.ppt)

Originally from AAAI 1999- Ontologies Panel by Gruninger, Lehmann, McGuinness, Uschold, Welty;  
– updated by McGuinness.

Description in: [www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontologies-come-of-age-abstract.html](http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontologies-come-of-age-abstract.html)

<http://kmi.tugraz.at>

# Definitionen

---

Zusammenfassend:

- Eine Ontologie ist ein Modell (der Welt)
- Eine Ontologie beschreibt ein Wissensgebiet
- Eine Ontologie definiert Wörter für die Beschreibung von Konzepten
- Eine Ontologie setzt Konzepte im Modell in Verbindung zueinander

# Typische Bestandteile einer Ontologie

---

- **Klassen** (Generelle Dinge) einer Domäne
- **Instanzen** (Spezielle Dinge)
- **Beziehungen** zwischen Dingen
- **Eigenschaften** von Dingen

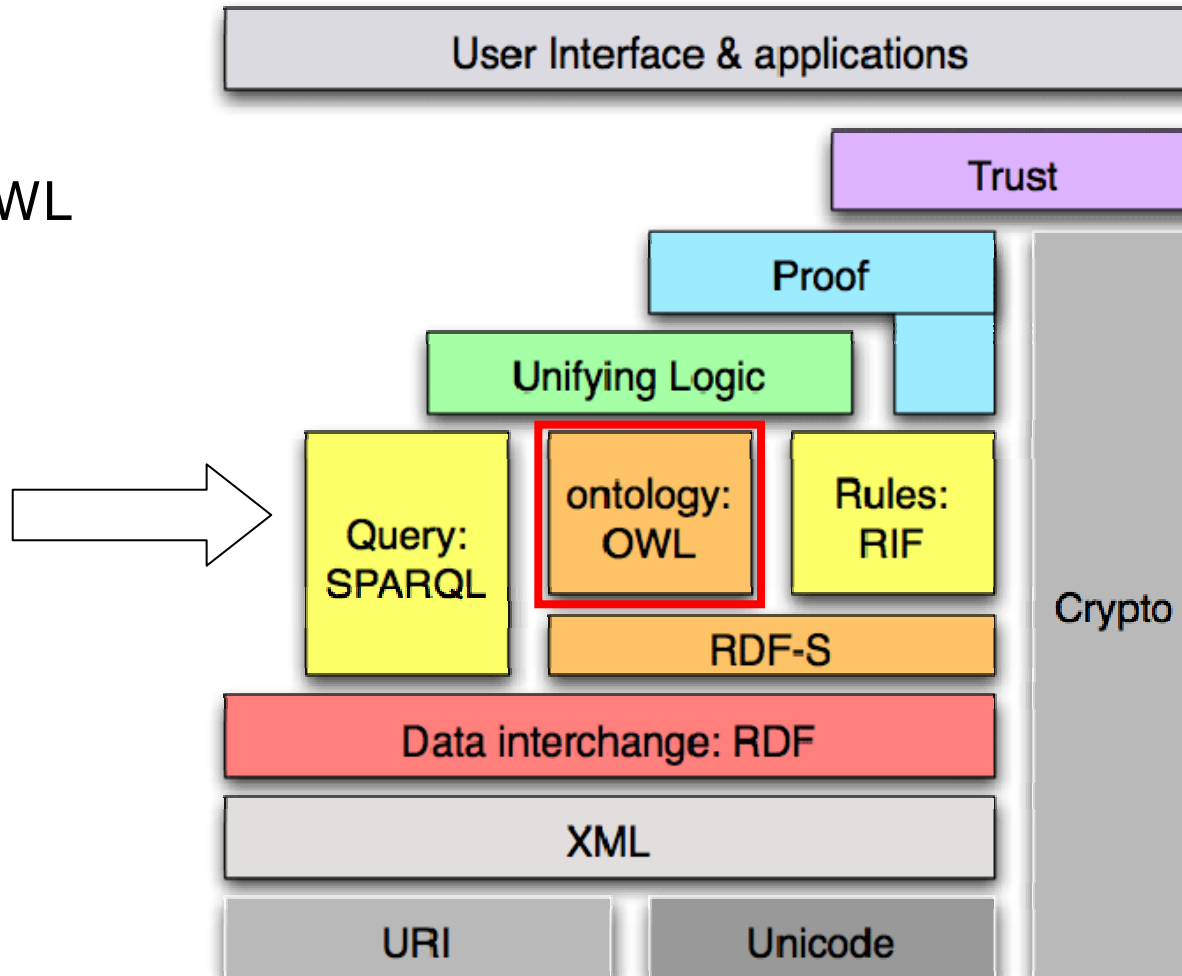
# Inhalt

---

- 🌐 Über...
- 🌐 **Semantic Web**
  - ◆ Semantic Web Stack
  - ◆ RDF
  - ◆ RDF Schema
  - ◆ Ontologien
  - ◆ **OWL**

# Semantic Web Stack

🌐 OWL



# Entstehung von OWL

---

- 🌐 W3C gründete 2001 Ontology (WebONT) Working Group
  - 🌐 Auf Basis von DAML+OIL wird Sprache spezifiziert
  - 🌐 Feb. 2004 veröffentlicht W3C *OWL Web Ontology Language* Recommendations
  - 🌐 Zusätzliche Sprachkonstrukte zu RDF-Schema
- <http://w3.org/2001/sw/WebOnt>

# OWL - WOL

---

*The language started out as the "Web Ontology Language" but the Working Group disliked the acronym "WOL." We decided to call it OWL. The Working Group became more comfortable with this decision when one of the members pointed out the following justification for this decision from the noted ontologist A.A. Milne who, in his influential book "Winnie the Pooh" stated of the wise character OWL:*

*"He could spell his own name WOL, and he could spell Tuesday so that you knew it wasn't Wednesday..."*

 → <http://www.w3.org/2003/08/owlfaq>

# OWL - WOL



**Owl**

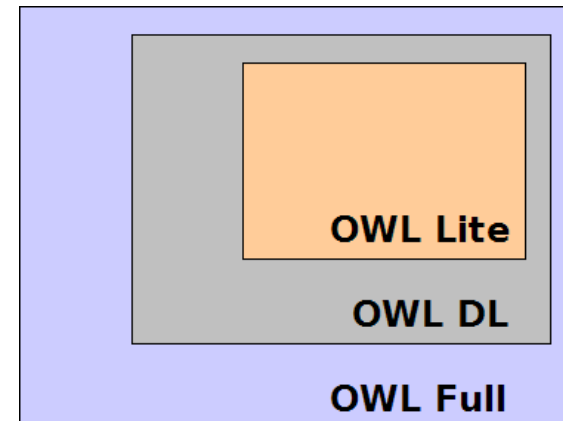


**Winnie the Pooh**

**Piglet**

# OWL - Ausprägungen

- OWL besteht aus 3 Untersprachen
  - ◆ OWL Lite
  - ◆ OWL DL
  - ◆ OWL Full



# OWL Lite

---

- Möglichkeit der Migration für bestehende Taxonomien und Thesauri.
- Definition von Klassenhierarchien mit einfachem Constraints zu Properties
- Niedrigere formale Komplexität als OWL DL

# OWL DL

- Bezug zu Description Logics
  - ◆ Ermöglicht ziehen logischer Schlüsse
- beinhaltet alle Sprachkonstrukte von OWL
- Einschränkungen um die Berechenbarkeit sicher zu stellen, z.B.:
  - ◆ Klasse darf nicht auch eine Instanz oder Property sein
  - ◆ Property darf nicht auch Klasse oder Instanz sein
- Bringt gleichzeitig:
  - ◆ Maximum an Ausdrucksstärke
  - ◆ Vollständigkeit (alle Schlüsse sind berechenbar)
  - ◆ Berechenbarkeit (alle Berechnungen enden in endlicher Zeit)

# Erinnerung: Inferred Properties in RDF (Schema)

---

Das RDF Semantics Dokument hat eine Liste von 44  
*Entailment Rules*:

- "if such and such triplets are in the graph, add this and this triplet"
  - "do that recursively until the graph does not change"
  - "this can be done in polynomial time for a specific graph"
- <http://www.w3.org/TR/rdf-mt/>

# OWL Full

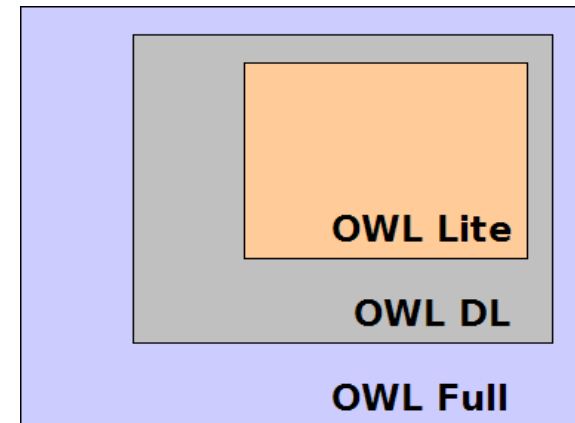
---

- bietet maximale Ausdrucksstärke und die syntaktische Freiheit von RDF
- Berechenbarkeit nicht mehr garantiert
- erlaubt die Erweiterung des durch RDF und OWL vordefinierten Vokabulars

# OWL - Ausprägungen

🌐 The following set of relations hold.  
Their inverses do not:

- ◆ Every legal OWL Lite ontology is a legal OWL DL ontology.
- ◆ Every legal OWL DL ontology is a legal OWL Full ontology.
- ◆ Every valid OWL Lite conclusion is a valid OWL DL conclusion.
- ◆ Every valid OWL DL conclusion is a valid OWL Full conclusion.



🌐 → <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>

# Editoren für OWL

---

- 🌐 Protégé:  
→ <http://protege.stanford.edu/>
- 🌐 Altova SemanticWorks (kommerziell):  
→ [http://www.altova.com/products\\_semanticworks.html](http://www.altova.com/products_semanticworks.html)
- 🌐 SWOOP:  
→ <http://www.mindswap.org/2004/SWOOP/>
- 🌐 TopBraid Composer™ (kommerziell):  
→ <http://www.topbraidcomposer.com/>

# Demo

---

- Ontologien in Protege (+ RDF-XML Source)



-> <http://protege.stanford.edu/>

# Ende

---

Danke für die Aufmerksamkeit

Fragen / Kommentare?

**[peter.scheir@tugraz.at](mailto:peter.scheir@tugraz.at)**



# License

---

- This work is licensed under the Creative Commons Attribution 2.0 Austria License.  
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/at/>.

- Contributors:

- ◆ Mathias Lux
- ◆ Peter Scheir
- ◆ Klaus Tochtermann

