



# Semantic Web

Vorlesung

Dr. Harald Sack

Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik

Universität Potsdam

Wintersemester 2008/09



<http://sw0809.blogspot.com/>

Blog zur Vorlesung: <http://sw0809.blogspot.com/>

# Semantic Web - Vorlesungsinhalt

2

1. Einführung
2. **Die Sprachen des Semantic Web**
3. Wissensrepräsentation
4. Web of Trust
5. Ontology Engineering
6. Semantic Web Anwendungen

1

2

3

**20.11.2008 – Vorlesung Nr. 4**

5

6

7

8

9

10

11

12

13

## **2. Die Sprachen des Semantic Web**

2.1 Uniform Resource Identifier - URI

2.2 Universelle Vokabularien mit XML

### **2.3 Einfache semantische Strukturen mit RDF und RDFS**

#### **2.3.0 Problem der Wissensrepräsentation**

2.3.1 RDF Sprachstandard

2.3.2 RDF Schema

2.4 Abfragesprache SPARQL

2.5 Semantik im WWW -  $\mu$ formats, RDFa, GRDDL

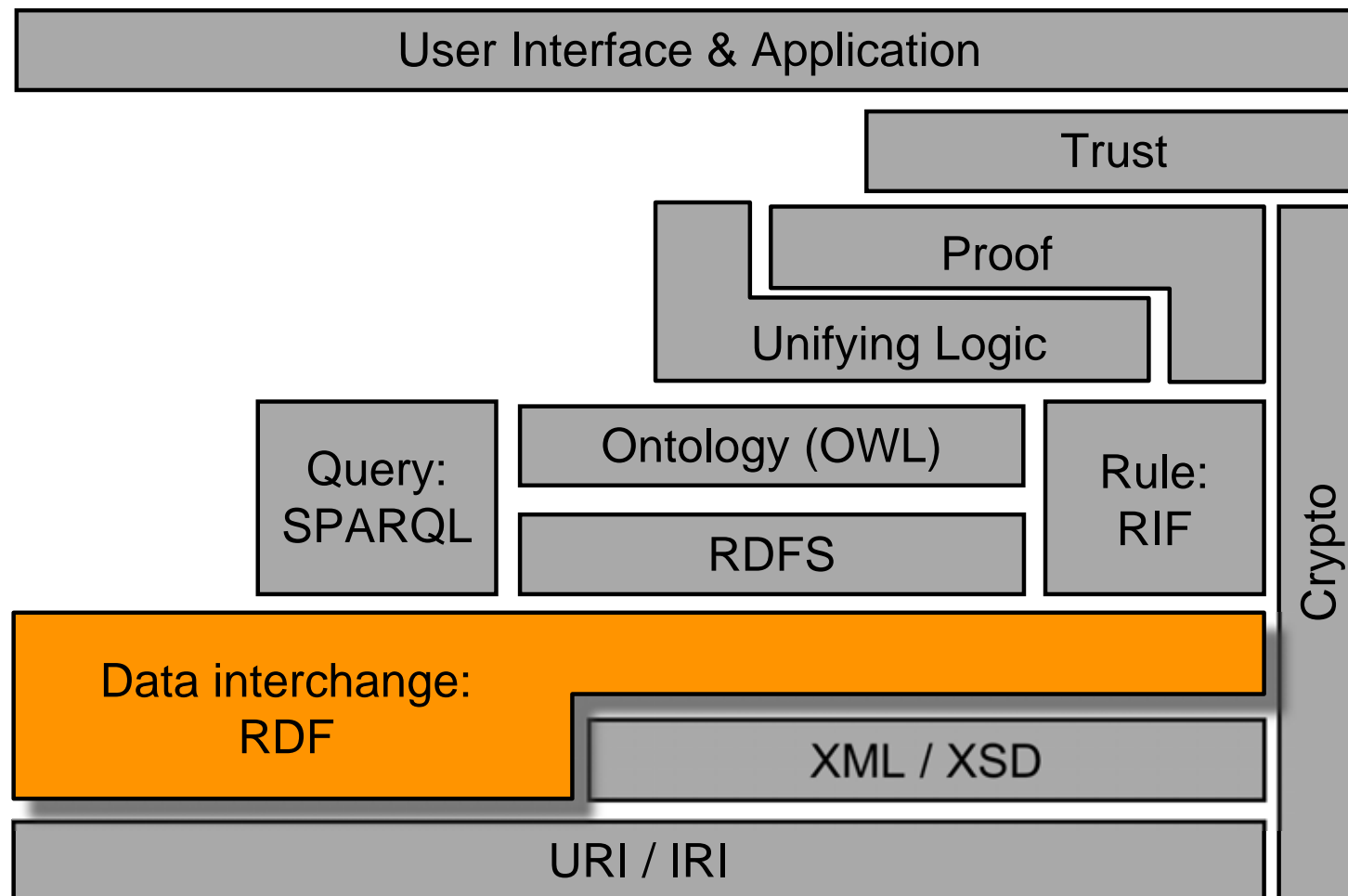
2.6 Warum RDF/RDFS noch nicht ausreicht

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.0 Wissensrepräsentation

4

## Semantic Web Architecture



## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.0 Wissensrepräsentation

5

## Wissensrepräsentation - ein Beispiel

- Wie repräsentiere ich folgende Aussage:  
„Harald Sack hat die Telefonnummer ++49 (3643) 9-46316“

```
<telefonnr>  
  <inhaber>Harald Sack</inhaber>  
  <nummer>++49 (3643) 9-46316</nummer>  
</telefonnr>
```

```
<person name="Harald Sack">  
  <telefonnr>++49 (3643) 9-46316</telefonnr>  
</person>
```

```
<person name="Harald Sack" tel="++49 (3643) 9-46316" />
```

Problem: intuitive Form der Wissensmodellierung?

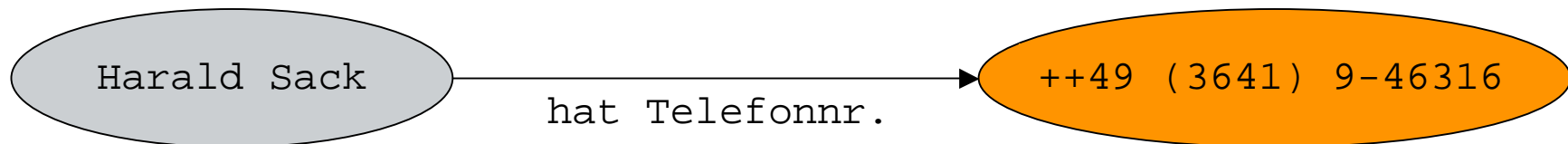
## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.0 Wissensrepräsentation

6

## Wissensrepräsentation

- Wie repräsentiere ich folgende Aussage:  
„Harald Sack hat die Telefonnummer ++49 (3643) 9-46316“
- Intuitive Form der Wissensrepräsentation mit Hilfe von gerichteten Graphen

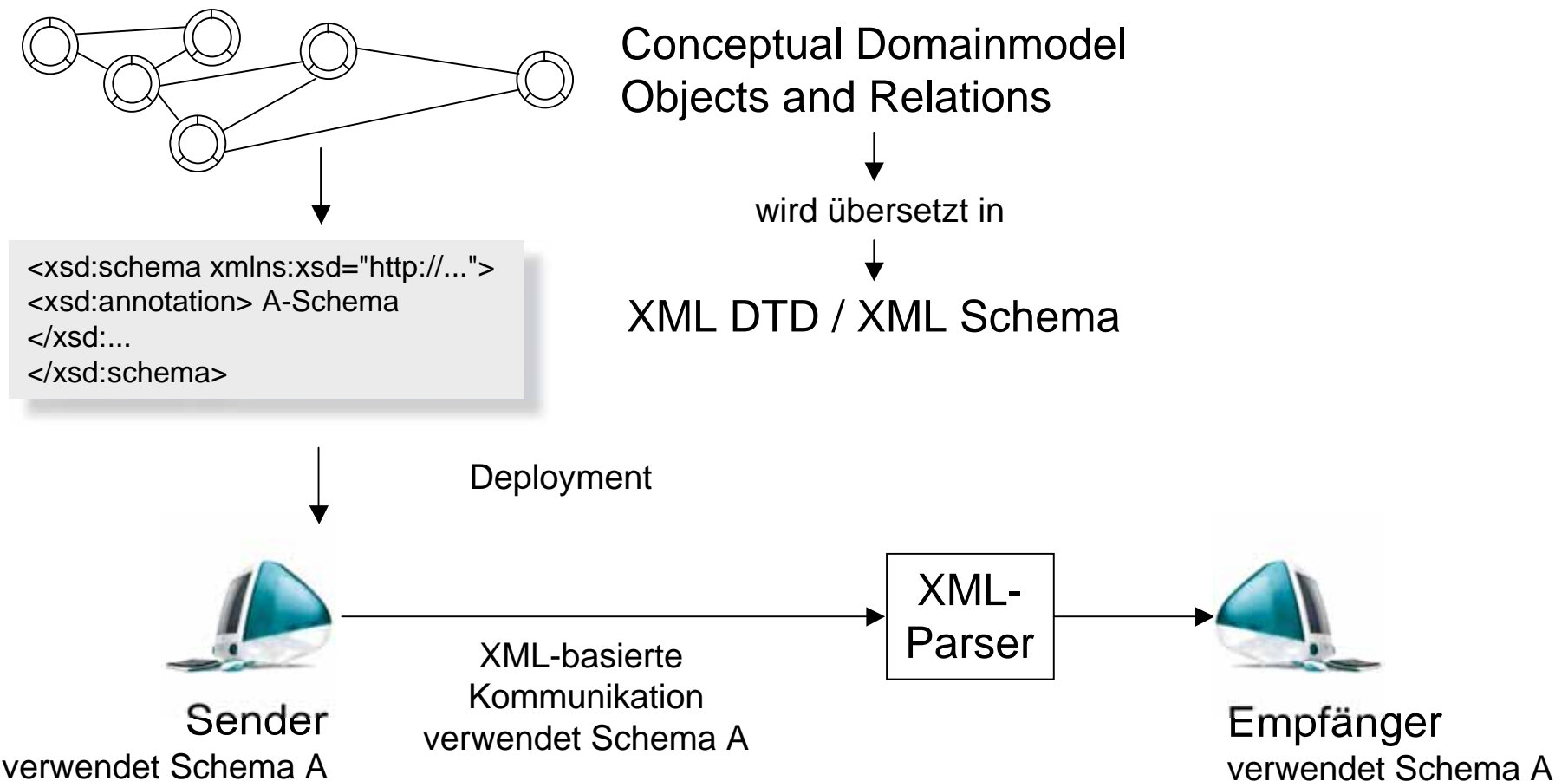


## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.0 Wissensrepräsentation

7

## Wissensrepräsentation und Kommunikation



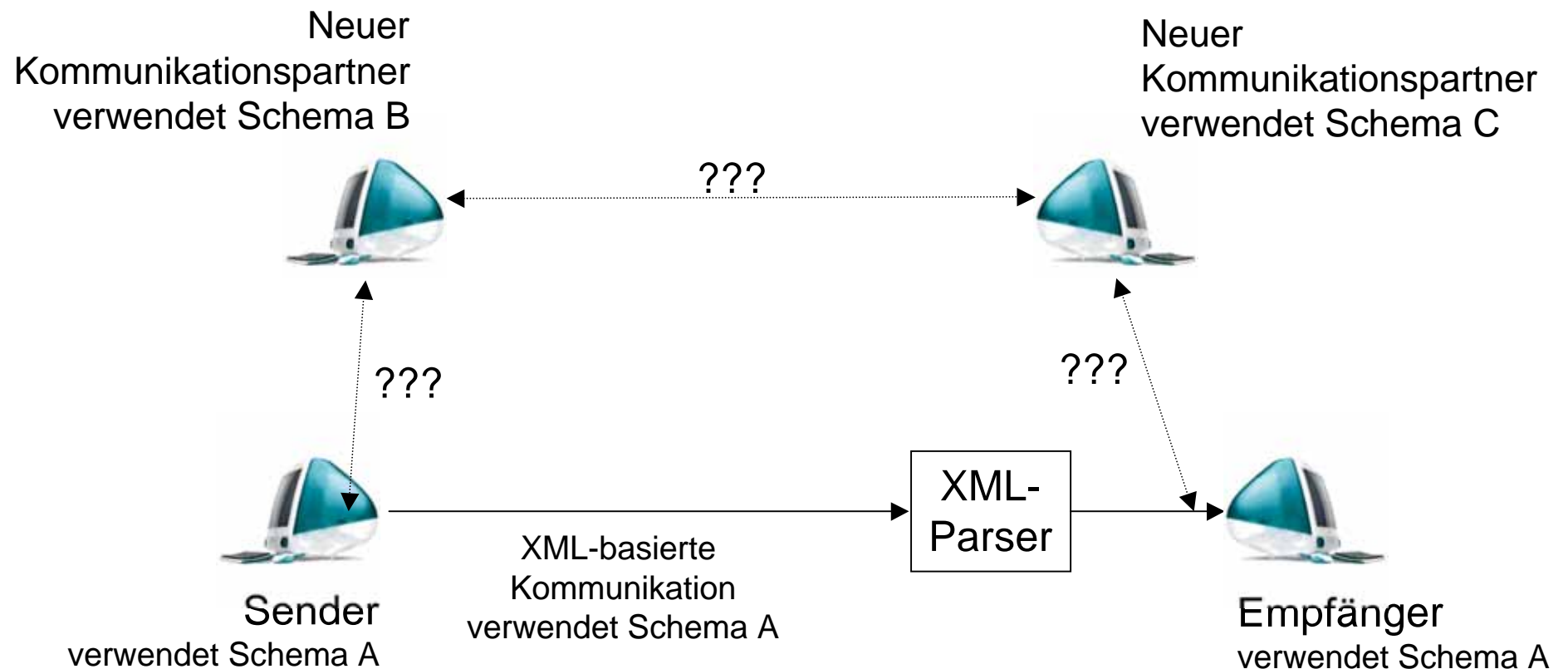
## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.0 Wissensrepräsentation

8

## Wissensrepräsentation und Kommunikation

- **Problem:** neue Kommunikationspartner können sich nicht verstehen





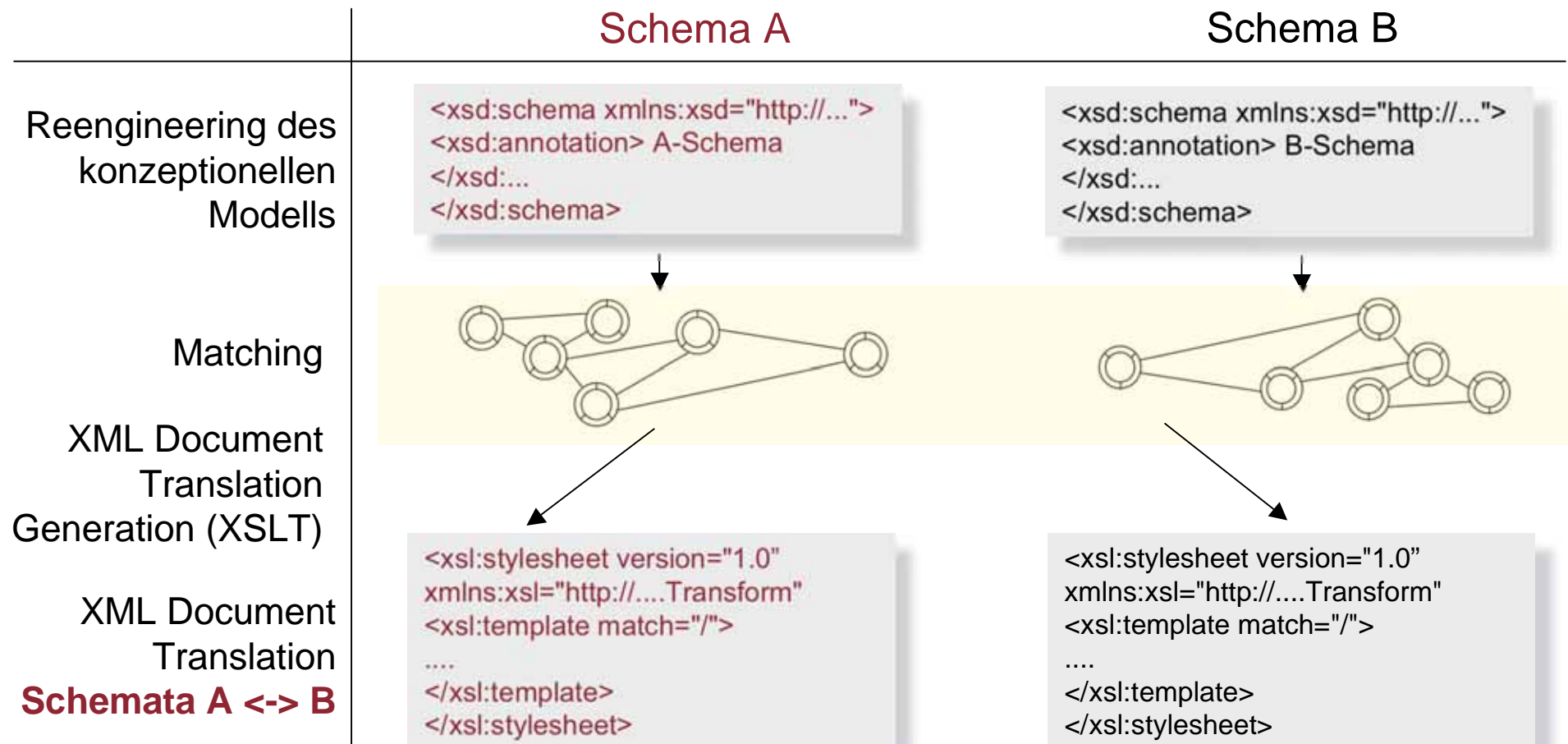
## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.0 Wissensrepräsentation

9

## Wissensrepräsentation und Kommunikation

- Modelle müssen untereinander angepasst werden



## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.0 Wissensrepräsentation

10

## Wissensrepräsentation und Kommunikation

- Modelle müssen untereinander angepasst werden
- **Probleme:**
  - Reengineering ist kostenaufwändig und kompliziert
  - Reengineering ist unnötig, wenn konzeptionelle Definitionssprache verwendet wird
  - Generierung von Übersetzungen (XSLT) ist ebenfalls aufwändig und unnötig



Nutze abstrakte Ebene oberhalb von XML



Resource Description Framework (RDF)

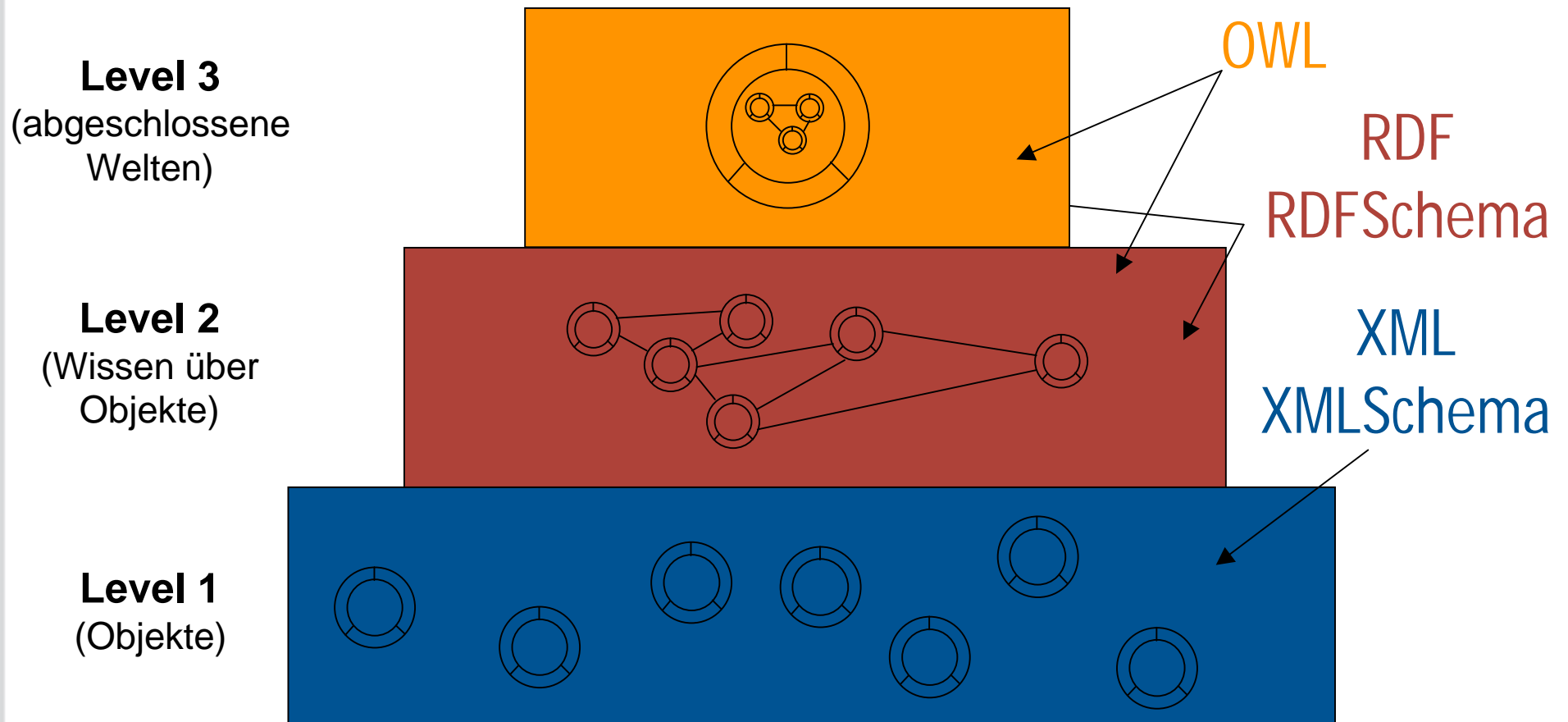
- einfach und erweiterbar

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.0 Wissensrepräsentation

11

## Wissensrepräsentation im Semantic Web

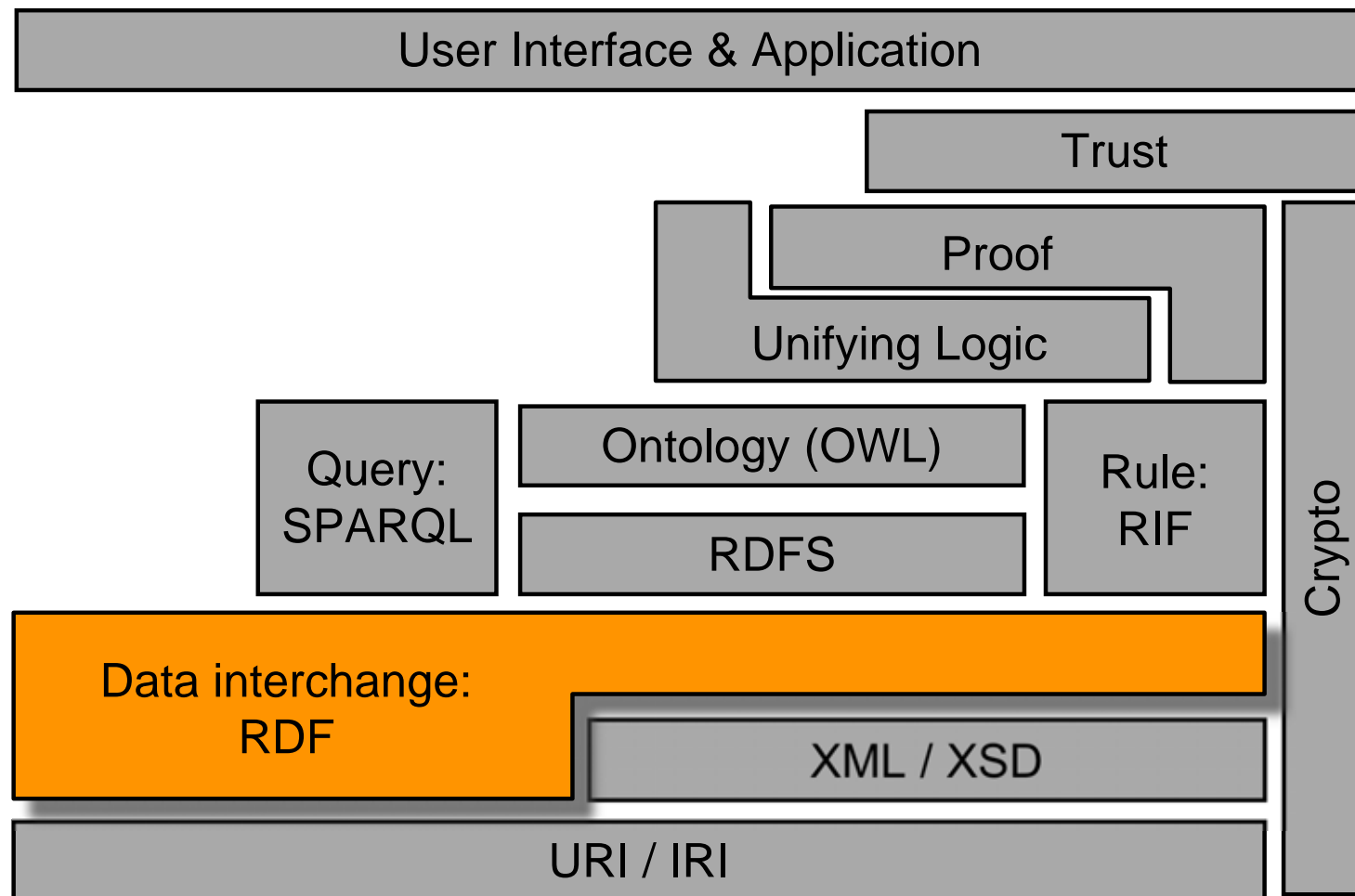


## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.0 Wissensrepräsentation

12

## Semantic Web Architecture



- 1
- 2
- 3
- 20.11.2008 – Vorlesung Nr. 4**
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

2.1 Uniform Resource Identifier - URI

2.2 Universelle Vokabularien mit XML

### 2.3 Einfache semantische Strukturen mit RDF und RDFS

2.3.0 Problem der Wissensrepräsentation

#### 2.3.1 RDF Sprachstandard

2.3.2 RDF Schema

2.4 Abfragesprache SPARQL

2.5 Semantik im WWW -  $\mu$ formats, RDFa, GRDDL

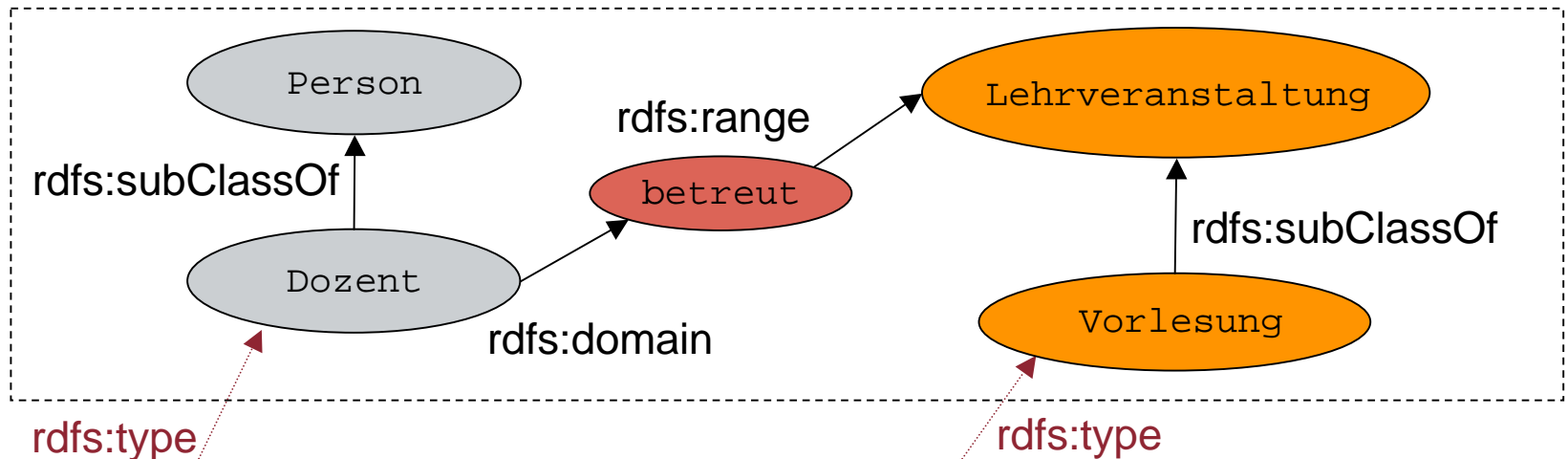
2.6 Warum RDF/RDFS noch nicht ausreicht

# 2. Die Sprachen des Semantic Web

## 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

14

### Ontologie



### Annotation

```

<swrc:Dozent rdf:ID=„hs1">
<swrc:name>Harald Sack</swrc:name>
<swrc:betreut rdf:resource =
"http://hpi-web.de/WS0809/sw#sw"/>
...
</swrc:Dozent >

<swrc:Vorlesung rdf:ID=„sw">
<swrc:titel>Semantic Web</swrc:titel>
...
</swrc:Vorlesung >
  
```

Links haben explizite Bedeutung!

### WebPage



URL <http://hpi-web.de/harald-sack.htm>



URL <http://hpi-web.de/ws0809/semanticweb.htm>

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

## Resource Description Format – RDF

- Ursprünglich entwickelt zur Angabe von Metadaten für Web-Ressourcen
- Festlegung einer XML-Untermenge mit fest vorgeschriebener Semantik (machine readable → machine understandable)
- Syntaktische Konvention eines einfachen, universellen semantischen Datenmodells
- RDF ist geeignet zur Beschreibung aller möglichen Web-Ressourcen
- Mit RDF soll ein möglichst hohes Maß an Interoperabilität ermöglicht werden
- W3C Recommendation (<http://www.w3c.org/RDF>)

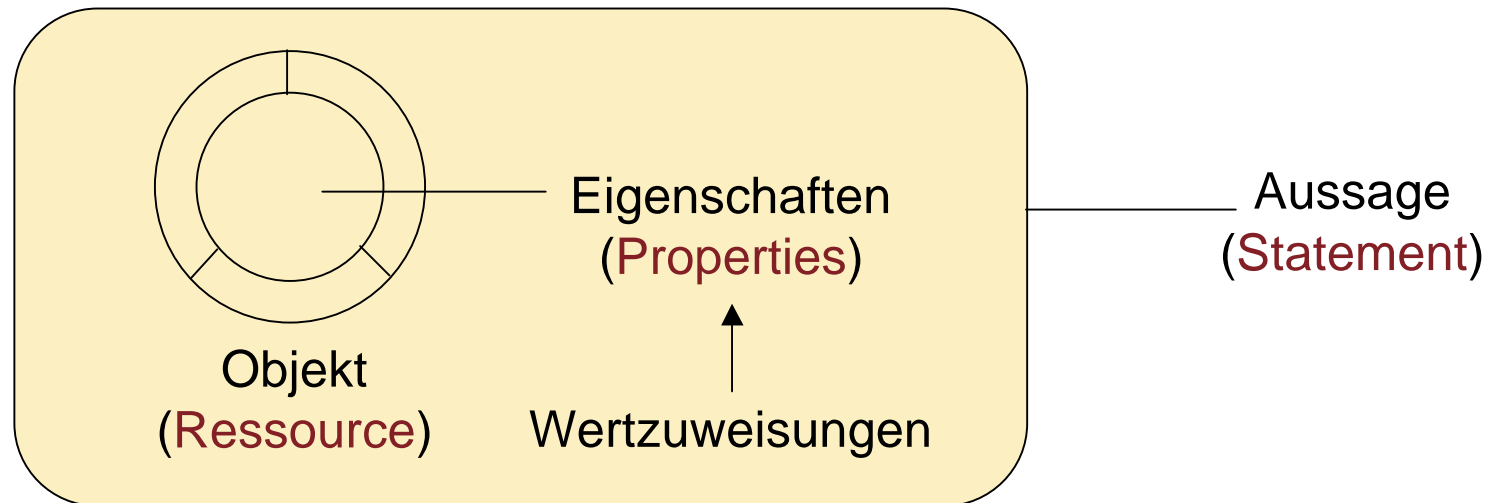
## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

16

## Resource Description Format – RDF

- definiert Datenmodell zur Beschreibung maschinenverarbeitbarer Semantik von Daten
- erlaubt Assoziation einfacher Semantik mit verwendeten Elementen





## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

17

## Resource Description Format – RDF

### ○ Ressourcen:

Dinge/Objekte, die über eine **URI** adressiert werden können

### ○ Properties:

Attribute/Eigenschaften zur Beschreibung der Ressource

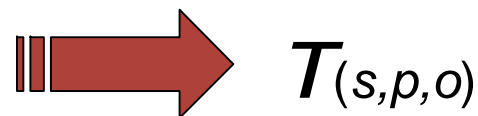
### ○ Statements (RDF-Tripel):

Ressource + Property + zugehöriger Wert

**Subjekt**

**Prädikat**

**Objekt**



## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

18

## Bestandteile des RDF-Graphen

### ○ URI:

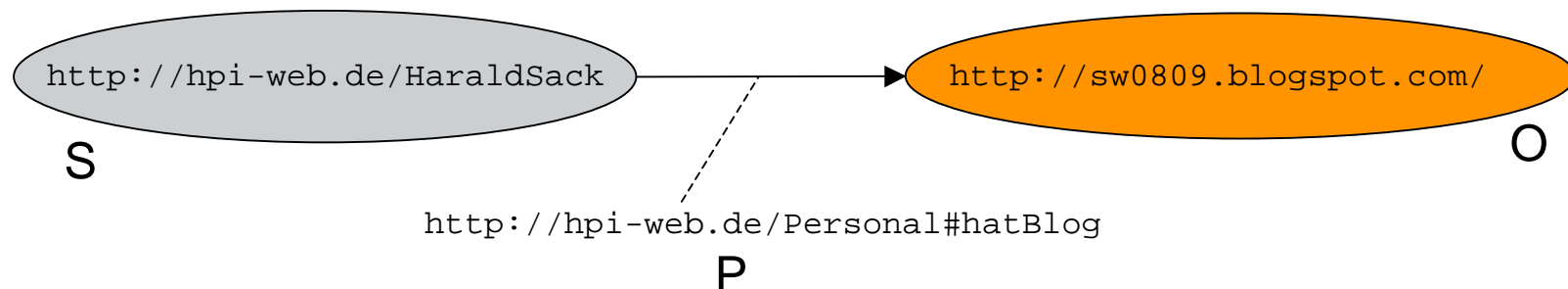
- Zur eindeutigen Referenzierung von Ressourcen

### ○ Literale:

- beschreiben Datenwerte, denen keine separate Existenz zukommt
- Zeichenketten, Interpretation erfolgt durch Datentyp

### ○ Leere Knoten:

- Erlauben Existenzaussagen über ein Individuum mit gewissen Eigenschaften, ohne dieses zu benennen



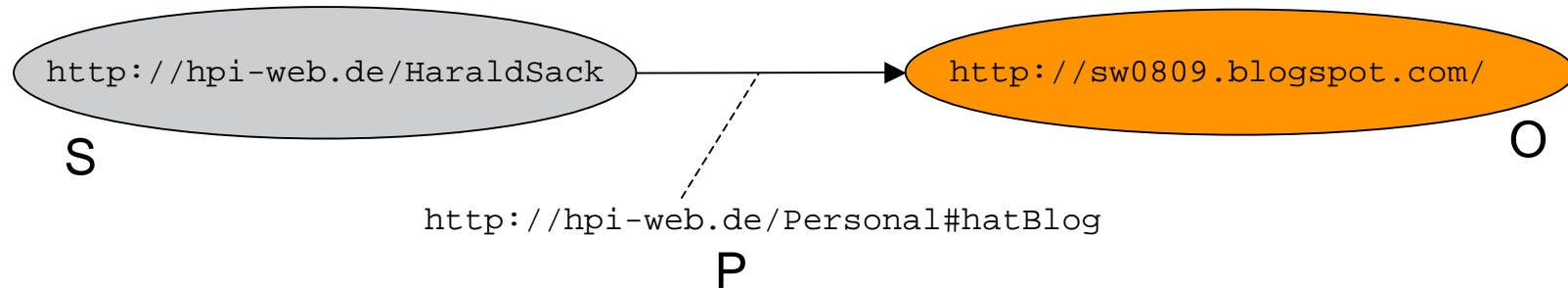
## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

19

## RDF Darstellungsvarianten

### ○ Knoten-Kante-Knoten Tripel:



### ○ N3:

#### ○ Direkte Auflistung der Tripel

```
{ http://hpi-web.de/HaraldSack,  
  http://hpi-web.de/Personal#hatBlog,  
  http://sw0809.blogspot.com/ }
```

### ○ Turtle:

#### ○ Erweiterung von N3

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

20

## RDF Darstellungsvarianten

### ○ Turtle:

- Erweiterung von N3
- URIs in spitzen Klammern
- Literale in Anführungszeichen
- Tripel durch Punkt abgeschlossen
- Leerzeichen und Zeilenumbrüche außerhalb von Bezeichnern werden ignoriert
- Beispiel:

```
<http://hpi-web.de/HaraldSack> <http://hpi-web.de/Personal#hatBlog>  
<http://sw0809.blogspot.com/>.
```

```
<http://hpi-web.de/HaraldSack> <http://hpi-web.de/Personal#hatTelefonNr>  
"+331-5509-527".
```

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

21

## RDF Darstellungsvarianten

### ○ XML-Serialisierung:

- am weitesten verbreite, beste Tool-Unterstützung
- Beispiel:

```
<xml version="1.0" encoding="utf-8">
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:pers="http://hpi-web.de/Personal#">

  <rdf:Description rdf:about="http://hpi-web.de/HaraldSack">
    <pers:hatTelefonNr>+331-5509-527</pers:hatTelefonNr>
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:about="http://hpi-web.de/HaraldSack">
    <pers:hatBlog>
      <rdf:Description rdf:about="http://sw0809.blogspot.com/"></rdf:Description>
    </pers:hatBlog>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

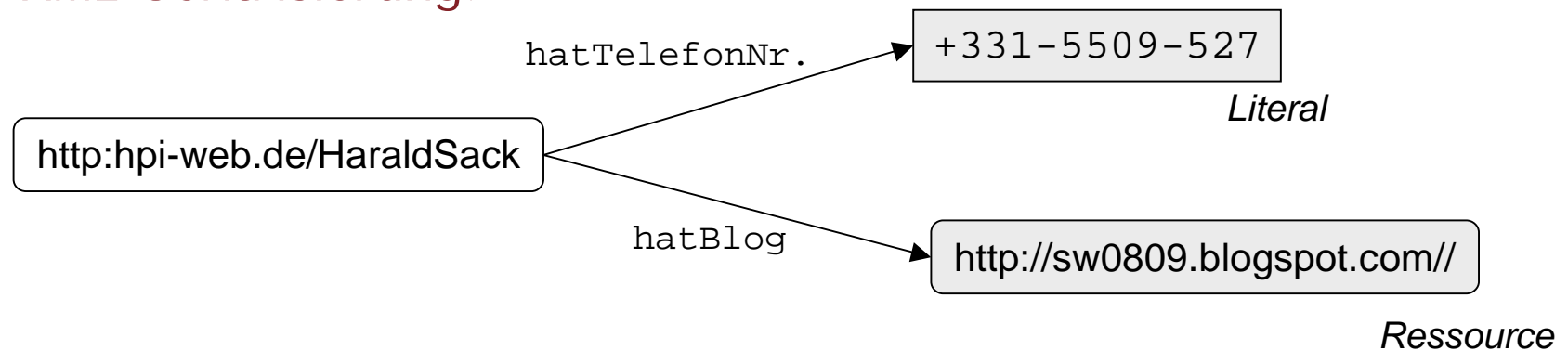
## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

22

## RDF Darstellungsvarianten

### ○ XML-Serialisierung:



```
<xml version="1.0" encoding="utf-8">
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:pers="http://hpi-web.de/Personal#">
  <rdf:Description rdf:about="http://hpi-web.de/HaraldSack">
    <pers:hatTelefonNr>+331-5509-527</pers:hatTelefonNr>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="http://hpi-web.de/HaraldSack">
    <pers:hatBlog rdf:resource="http://sw0809.blogspot.com/" />
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

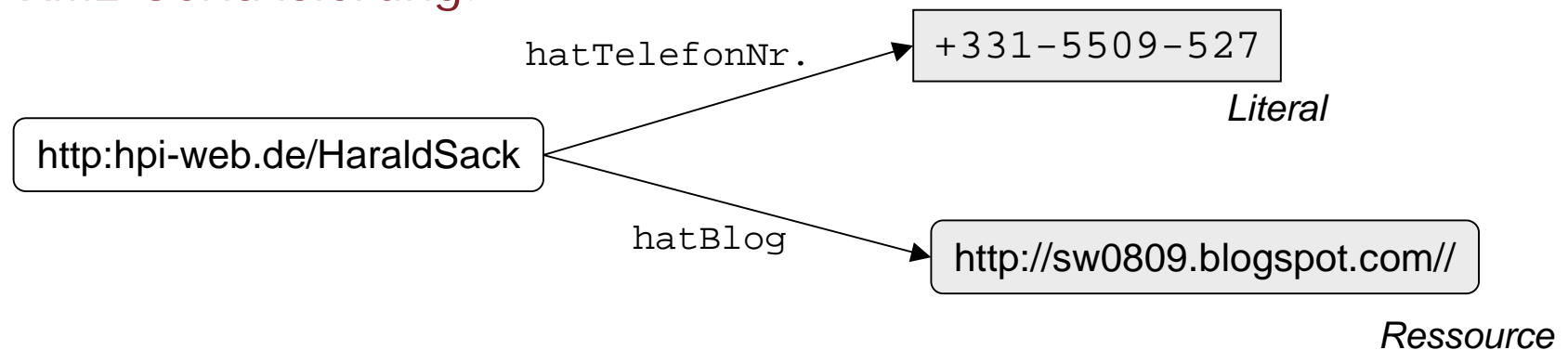
## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

23

## RDF Darstellungsvarianten

### ○ XML-Serialisierung:



```
<xml version="1.0" encoding="utf-8">
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:pers="http://hpi-web.de/Personal#">
  <rdf:Description rdf:about="http://hpi-web.de/HaraldSack"
    pers:hatTelefonNr="+331-5509-527">
    <pers:hatBlog rdf:resource=http://sw0809.blogspot.com/" />
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

24

## XML-Serialisierung

- Abgekürzte Schreibweisen:
  - Ein Subjekt-Element kann mehrere Property-Elemente enthalten
  - Darstellung von Literalen als XML-Attribute  
(`pers:hatTelefonNr="..."`)
    - Attribut-Name wird dabei Property-URI
  - Objekt-Element kann als `rdf:resource` Attribut im Subjekt-Element angegeben werden  
(`rdf:resource="http://..."`)
  - Objekt-Elemente können als Subjekt für ein weiteres RDF-Tripel dienen



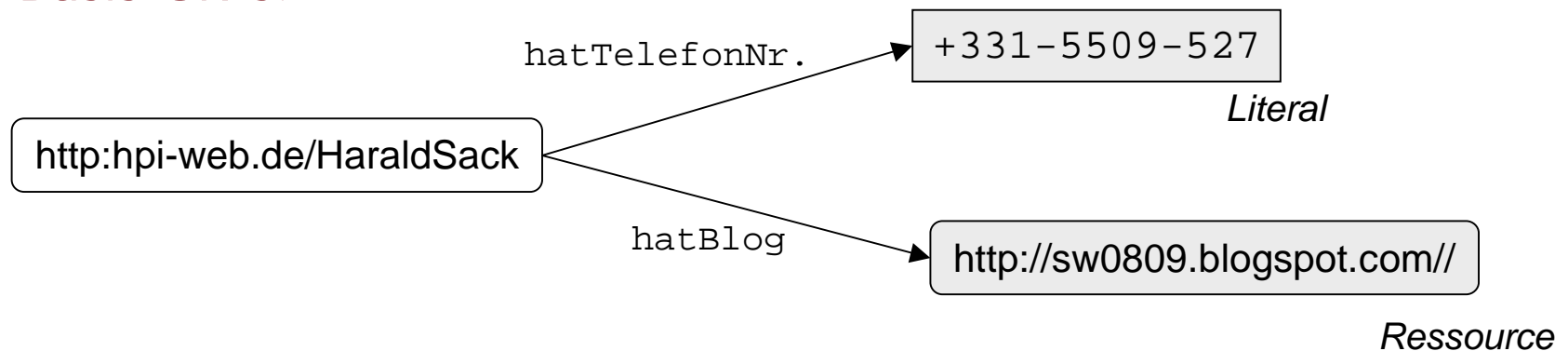
## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

25

## XML-Serialisierung

### ○ Basis-URIs:



```
<xml version="1.0" encoding="utf-8">
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:pers="http://hpi-web.de/Personal#"
  xml:base="http://hpi-web.de/Personal">
  <rdf:Description rdf:about="HaraldSack"
    pers:hatTelefonNr="+331-5509-527">
    <pers:hatBlog rdf:resource="http://sw0809.blogspot.com/" />
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

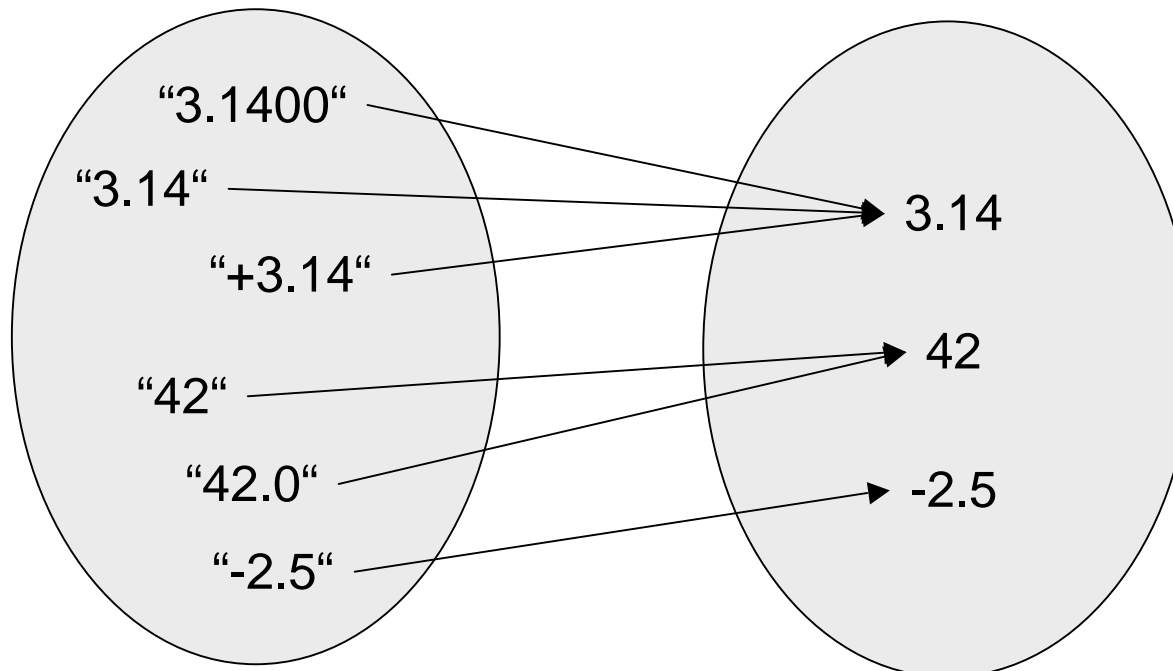
26

## Datentypen in RDF

○ Beispiel: `xsd:decimal`

Lexikalischer Bereich

Wertebereich



für `xsd:decimal` gilt: "3.14" = "+3.1400"  
(nicht aber für `xsd:string`)

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

27

## Datentypen in RDF

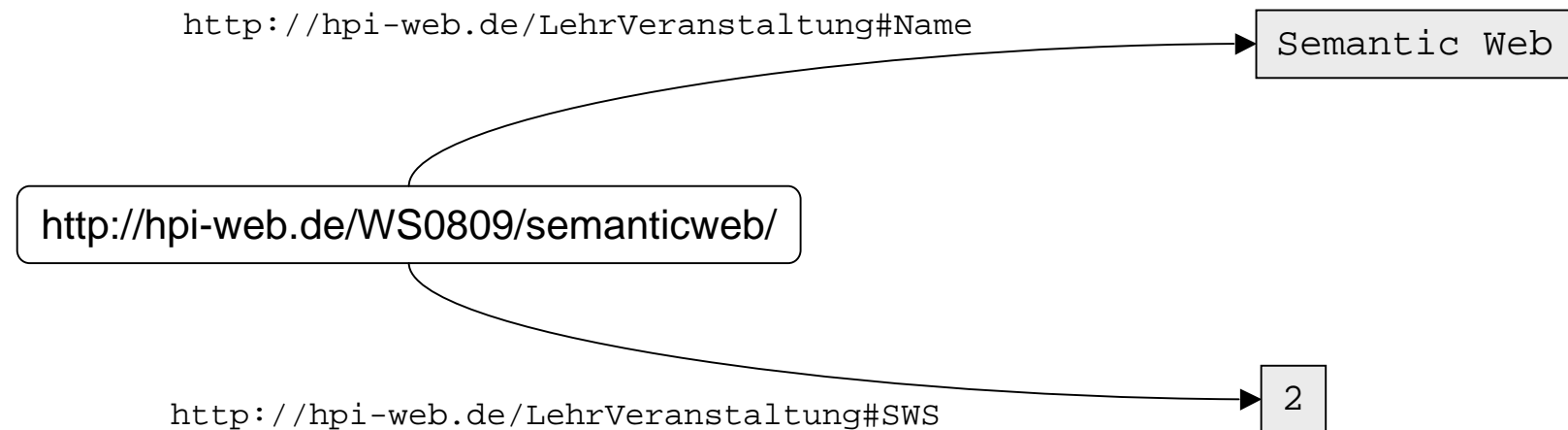
- Bisher wurden nur untypisierte Literale verwendet, die alle wie reguläre Zeichenketten behandelt wurden
- Typisierung erlaubt einen inhaltsbezogenen (semantischen) Umgang mit Literalen
- Datentypen werden durch URIs identifiziert und sind im Prinzip frei wählbar
- Häufig werden Datentypen des xsd-Namensraums genutzt
- Darstellung (Turtle): "Name" ^^ Datentyp-URI

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

28

## Datentypen in RDF



```

<xml version="1.0" encoding="utf-8">
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:lv="http://hpi-web.de/Lehrveranstaltung#"
  xml:base="http://hpi-web.de/WS0809/">

  <rdf:Description rdf:about="semanticweb">
    <lv:Name rdf:datatype="http://www.w3c.org/2001/XMLSchema#string">
      Semantic Web </lv:Name>
    <lv:SWS rdf:datatype="http://www.w3c.org/2001/XMLSchema#int">
      2 </lv:SWS>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
    
```

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

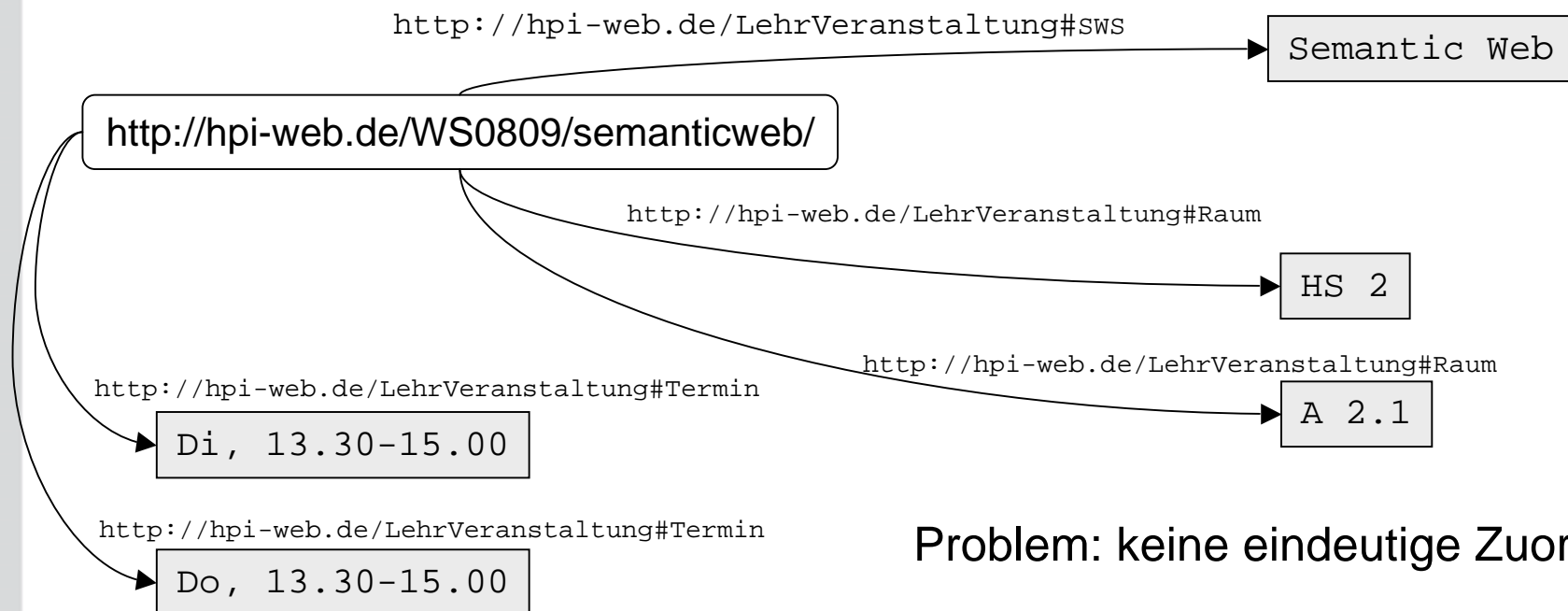
### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

29

## Mehrwertige Beziehungen und Leere Knoten

### ○ Beispiel:

- Eine Lehrveranstaltung findet zwei mal die Woche in zwei unterschiedlichen Räumen statt
- Wie soll man dies mit RDF modellieren?



Problem: keine eindeutige Zuordnung

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

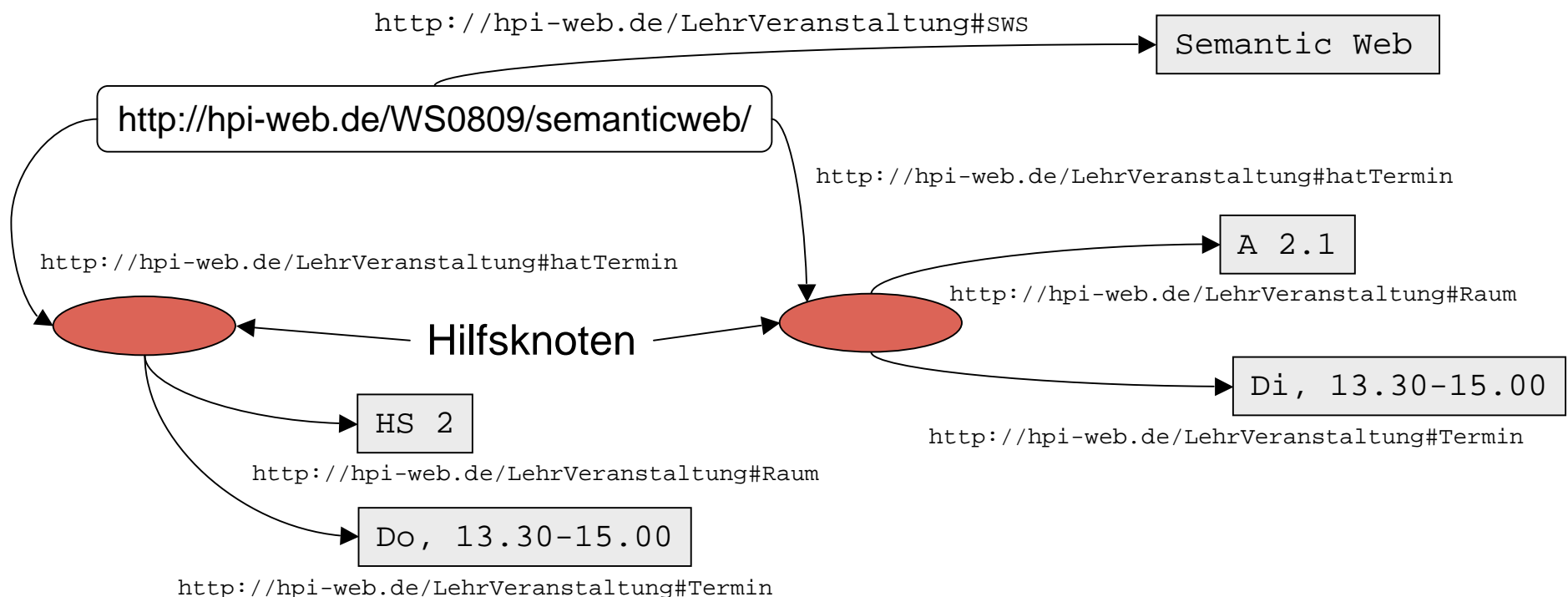
### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

30

## Mehrwertige Beziehungen und Leere Knoten

### ○ Beispiel:

- Eine Lehrveranstaltung findet zwei mal die Woche in zwei unterschiedlichen Räumen statt



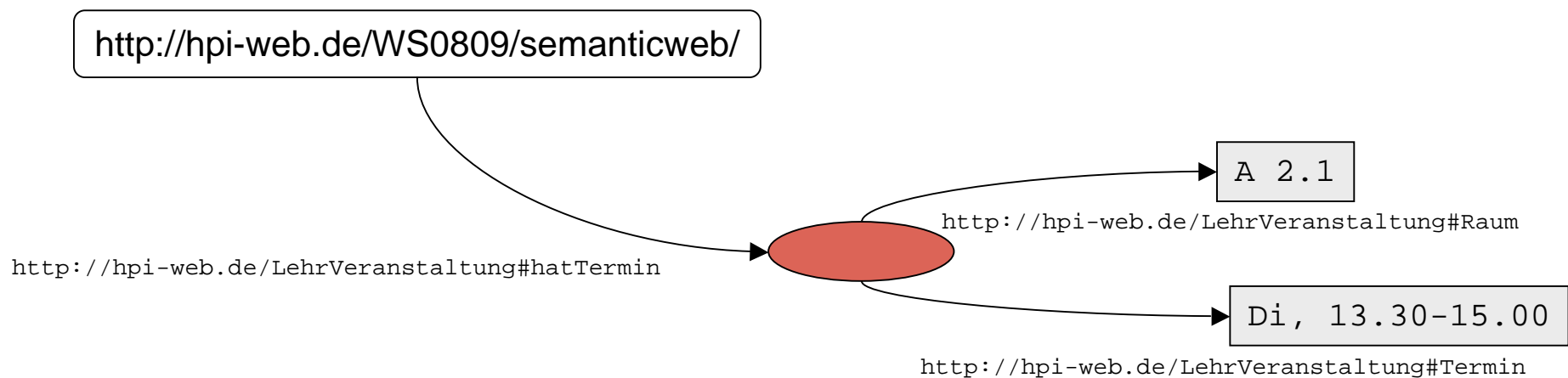
## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

31

## Leere Knoten

- Leere Knoten (Blank Nodes, Bnodes) können eingeführt werden, um mehrwertige Beziehungen darstellen zu können
- Leere Knoten können für Ressourcen eingeführt werden, die nicht benannt werden müssen (Hilfsknoten)



## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

32

## Leere Knoten

### ○ Syntax

`http://hpi-web.de/WS0809/semanticweb/`

`http://hpi-web.de/LehrVeranstaltung#hatTermin`

`http://hpi-web.de/LehrVeranstaltung#Raum`

`http://hpi-web.de/LehrVeranstaltung#Termin`

A 2.1

Di, 13.30-15.00

```
<rdf:Description rdf:about="semanticweb">
  <lv:hatTermin rdf:nodeID="ID1"/>
</rdf:Description>

<rdf:Description rdf:nodeID="ID1">
  <lv:Termin>Di, 13.30-15.00</lv:Termin>
  <lv:Raum>A 2.1</li:Raum>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```



## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

33

## Leere Knoten

### ○ Verkürzte Syntax

`http://hpi-web.de/WS0809/semanticweb/`

`http://hpi-web.de/LehrVeranstaltung#hatTermin`

`http://hpi-web.de/LehrVeranstaltung#Raum`

`http://hpi-web.de/LehrVeranstaltung#Termin`

A 2.1

Di, 13.30-15.00

```
<rdf:Description rdf:about="semanticweb">
  <lv:hatTermin rdf:parseType="Resource"/>
    <lv:Termin>Di, 13.30-15.00</lv:Termin>
    <lv:Raum>A 2.1</lv:Raum>
  </lv:hatTermin>
</rdf:Description>
```

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

34

## Listen

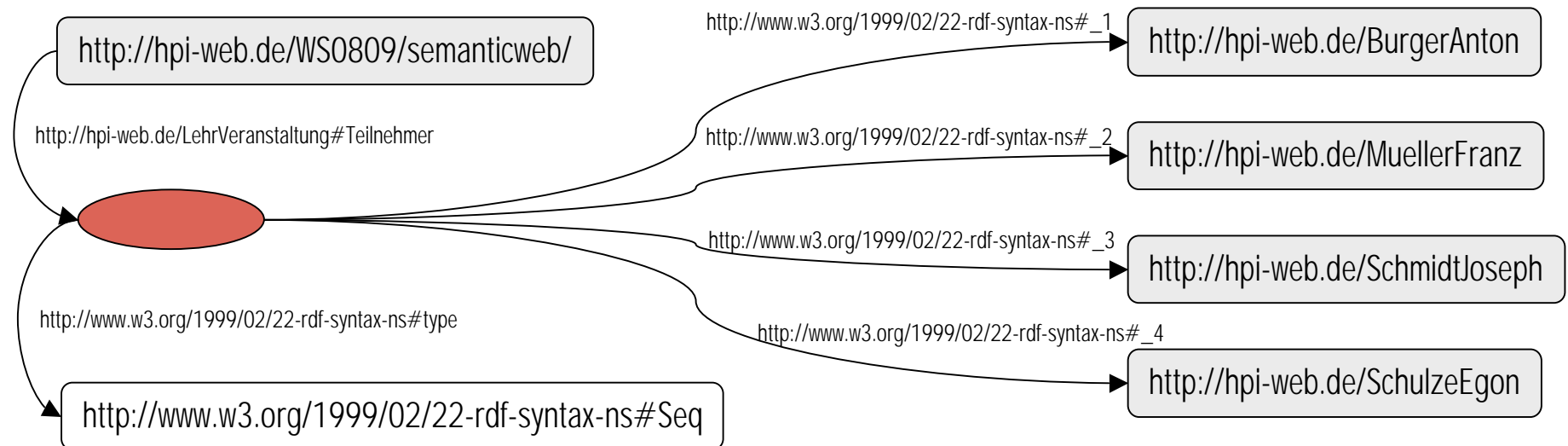
- Allgemeine Datenstrukturen zur Aufzählung von beliebigen Ressourcen und Literalen
- Dienen lediglich einer verkürzten Schreibweise (keine zusätzliche semantische Ausdruckskraft)
  
- Unterscheide
  - **Container**  
offene Listen, d.h. Hinzufügen neuer Einträge möglich
  - **Collections**  
geschlossene Listen, d.h. Hinzufügen neuer Einträge nicht möglich

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

35

## RDF-Container



```
<rdf:Description rdf:about="http://hpi-web.de/WS0809/semanticweb">
  <lv:Teilnehmer>
    <rdf:Seq>
      <rdf:li rdf:resource="http://hpi-web.de/BurgerAnton" />
      <rdf:li rdf:resource="http://hpi-web.de/MuellerFranz" />
      <rdf:li rdf:resource="http://hpi-web.de/SchmidtJoseph" />
      <rdf:li rdf:resource="http://hpi-web.de/SchulzeEgon" />
    </rdf:Seq>
  </lv:Teilnehmer>
</rdf:Description>
```

## RDF-Container

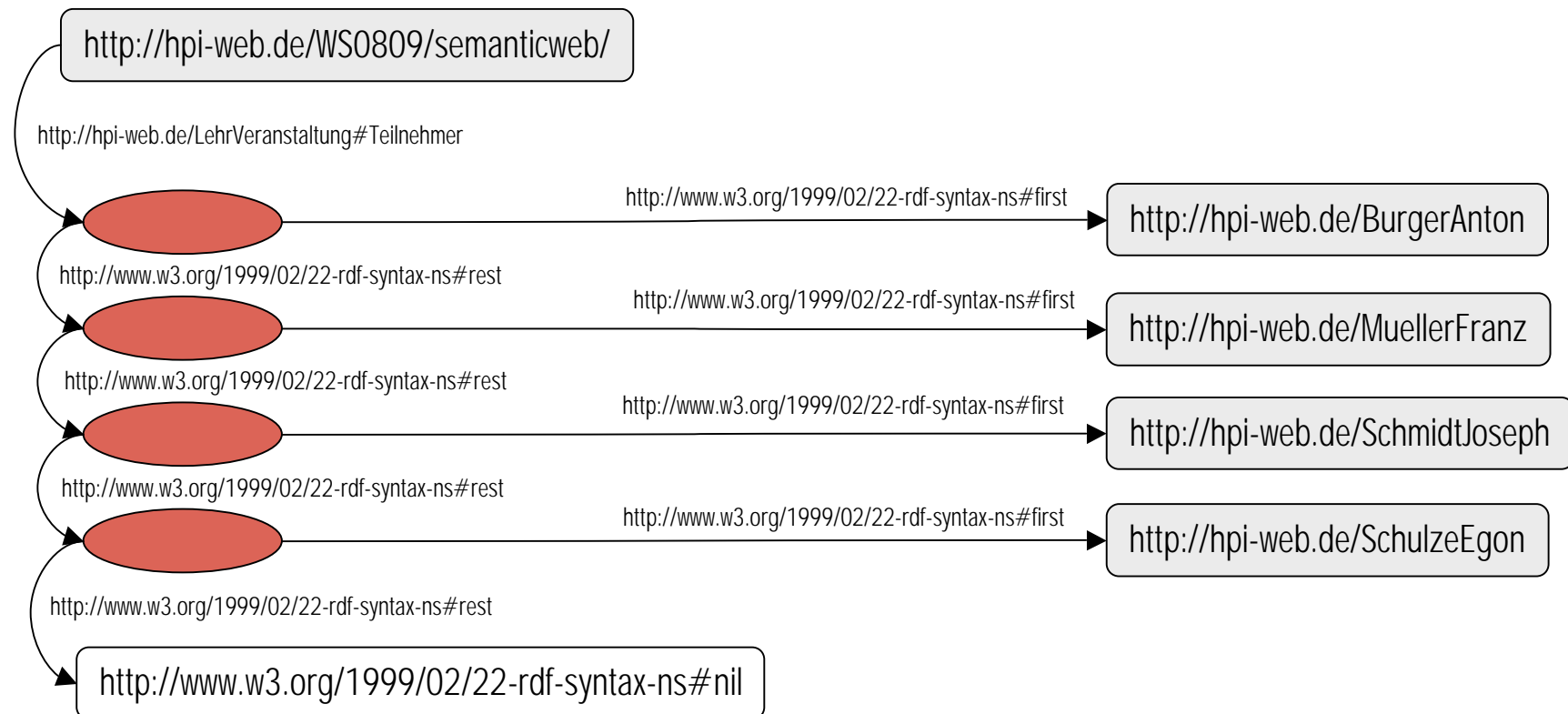
- via `rdf:type` wird dem Wurzelknoten des Containers ein bestimmter Container-Typ zugewiesen
  - **`rdf:Bag`**  
ungeordnete Zusammenfassung von Einzelelementen, Reihenfolge ist ohne Bedeutung
  - **`rdf:Seq`**  
geordnete Zusammenfassung von Einzelelementen, Reihenfolge ist von Bedeutung
  - **`rdf:Alt`**  
definiert Auswahl zwischen verschiedenen Einzelelementen, nur ein Element der Auswahl ist für die vorgesehene Anwendung relevant

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

37

## RDF-Collection



Rekursive Zerlegung der Liste in Kopfelement und (ev. leere) Restliste.

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

38

## RDF-Collection

```
<rdf:Description rdf:about="http://hpi-web.de/WS0809/semanticweb">  
  <lv:Teilnehmer rdf:parseType="Collection">  
    <rdf:Description rdf:about="http://hpi-web.de/BurgerAnton" />  
    <rdf:Description rdf:about="http://hpi-web.de/MuellerFranz" />  
    <rdf:Description rdf:about="http://hpi-web.de/SchmidtJoseph" />  
    <rdf:Description rdf:rabout="http://hpi-web.de/SchulzeEgon" />  
  </lv:Teilnehmer>  
</rdf:Description>
```

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

39

## RDF-Reification

- RDF erlaubt die Schachtelung von Statements, d.h. Statements über Statements zu machen
- Bsp.:
  - Sherlock Holmes vermutet, dass der Gärtner den Butler ermordet hat
    - Teil 1: Der Gärtner hat den Butler ermordet

```
<rdf:Description rdf:about="http://example.org/Gaertner">  
  <ex:hatErmordet rdf:resource="http://example.org/Butler" />  
</rdf:Description>
```

- Teil 2: Sherlock Holmes hat eine Vermutung

```
<rdf:Description rdf:about="http://example.org/SherlockHolmes">  
  <ex:hatVermutung> ...???... </ex:hatVermutung>  
</rdf:Description>
```

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

40

## RDF-Reification

### ○ `rdf:Statement`

definiert eine RDF-Aussage (Statement), bestehend aus Subject, Prädikat und Objekt

- `rdf:subject` - die beschriebene Ressource
- `rdf:predicate` - das originale Property
- `rdf:object` - der Wert des Properties in der Aussage

```
<rdf:Description rdf:about="http://example.org/StatementOnGaertner">  
  <rdf:subject rdf:resource="http://example.org/Gaertner" />  
  <rdf:predicate rdf:resource="http://example.org/#hatErmordet" />  
  <rdf:object rdf:resource="http://example.org/Butler" />  
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Statement" />  
</rdf:Description>
```



## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

41

## RDF-Reification

```
<rdf:Description rdf:about="http://example.org/StatementOnGaertner">  
  <rdf:subject rdf:resource="http://example.org/Gaertner" />  
  <rdf:predicate rdf:resource="http://example.org/#hatErmordet" />  
  <rdf:object rdf:resource="http://example.org/Butler" />  
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Statement" />  
</rdf:Description>
```

```
<rdf:Description rdf:about="http://example.org/SherlockHolmes">  
  <ex:hatVermutung rdf:resource="http://example.org/StatementOnGaertner" />  
</rdf:Description>
```

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

42

## RDF-Reification

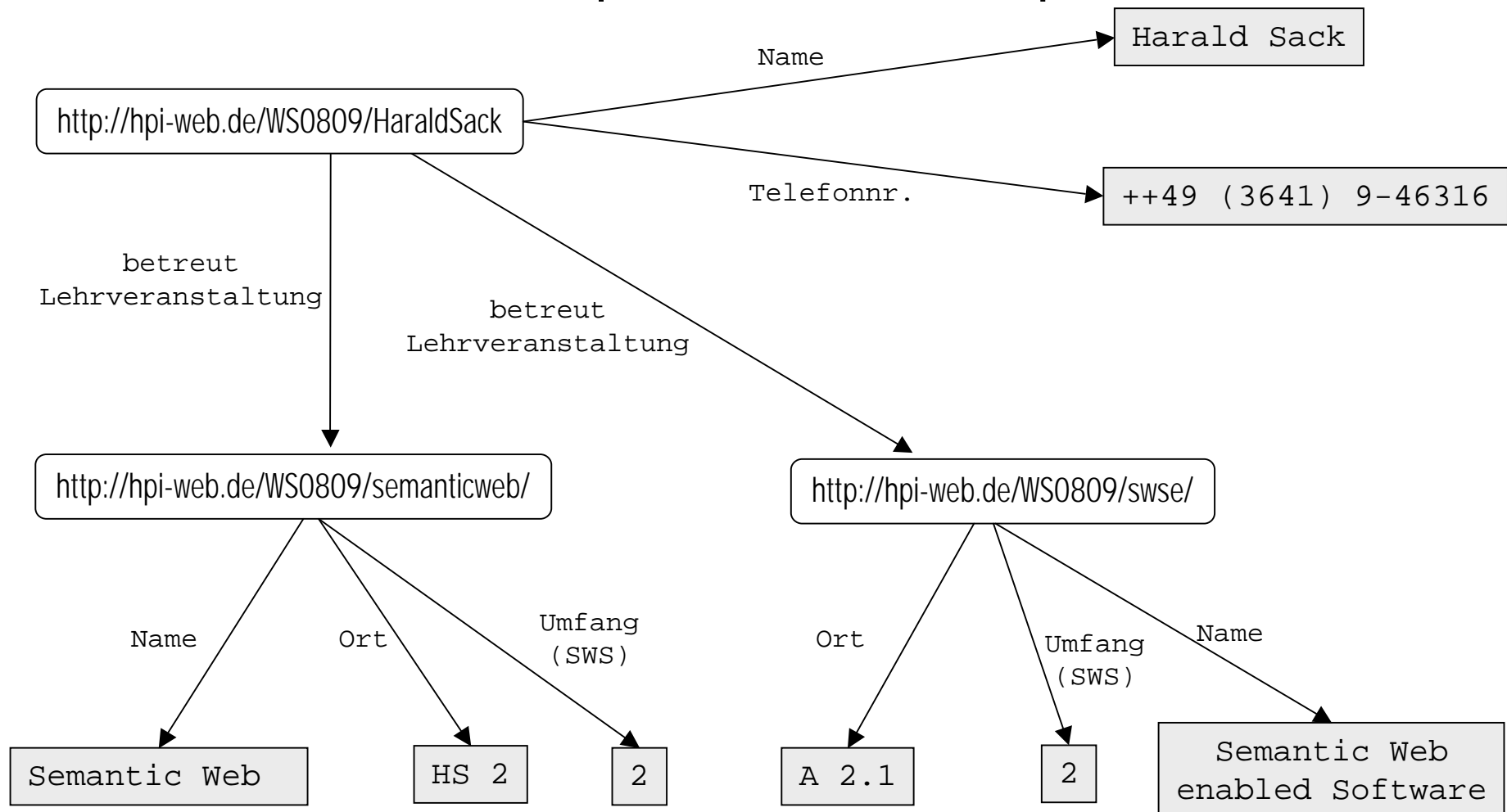
- Ist Reification wirklich notwendig?
  - Möglichkeit, um **Zuverlässigkeit** (Vertrauen, Trust) zu formalisieren
  - Möglichkeit, um **Metadaten über Aussagen** (Assertions, Statements) zu definieren
  
- In der Wissensrepräsentation (Ontologie-Erstellung):
  - Umwandlung von Relationen in Ontologieklassen

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

43

## RDF - ein etwas komplizierteres Beispiel



```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
```

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:hpi="http://hpi-web.de/WS0809"
  xml:base="http://hpi-web.de/here">
```

```
<rdf:Description rdf:about="http://hpi-web.de/WS0809/HaraldSack">
  <hpi:name>Dr. Harald Sack </hpi:name>
  <hpi:telefonnr>+331-5509-527</hpi:telefonnr>
  <hpi:betreutLehrveranstaltung rdf:resource="#12345" />
  <hpi:betreutLehrveranstaltung rdf:resource="#23456" />
</rdf:Description>
```

```
<rdf:Description rdf:ID="#12345">
  <rdf:type rdf:ID="http://hpi-web.de/WS0809/Lehrveranstaltung" />
  <hpi:LehrveranstaltungName>Semantic Web</hpi:LehrveranstaltungName>
  <hpi:LehrveranstaltungOrt>HS 3</hpi:LehrveranstaltungOrt>
  <hpi:LehrveranstaltungUmfang rdf:datatype="&xsd;integer">2</hpi:LehrveranstaltungUmfang>
</rdf:Description>
```

```
<rdf:Description rdf:ID="#23456">
  <rdf:type rdf:ID="http://hpi-web.de/WS0809/Lehrveranstaltung" />
  <hpi:LehrveranstaltungName>Semantc Web Enabled Software</hpi:LehrveranstaltungName>
  <hpi:LehrveranstaltungOrt>A 2.1</hpi:LehrveranstaltungOrt>
  <hpi:LehrveranstaltungUmfang rdf:datatype="&xsd;integer">2</hpi:LehrveranstaltungUmfang>
</rdf:Description>
```

```
</rdf:RDF>
```

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:hpi="http://hpi-web.de/WS0809/Lehrveranstaltung"
  xml:base="http://hpi-web.de/WS0809/Lehrveranstaltung">
  <rdf:Description rdf:about="http://hpi-web.de/WS0809/Lehrveranstaltung" >
    <hpi:name>Dr. Harald Sack </hpi:name>
    <hpi:telefonnr>+331-5509-527</hpi:telefonnr>
    <hpi:betreutLehrveranstaltung rdf:resource="#12345" />
    <hpi:betreutLehrveranstaltung rdf:resource="#23456" />
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:ID="#12345">
    <rdf:type rdf:ID="http://hpi-web.de/WS0809/Lehrveranstaltung" />
    <hpi:LehrveranstaltungName>Semantic Web</hpi:LehrveranstaltungName>
    <hpi:LehrveranstaltungOrt>HS 3</hpi:LehrveranstaltungOrt>
    <hpi:LehrveranstaltungUmfang rdf:datatype="&xsd;Integer">2</hpi:LehrveranstaltungUmfang>
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:ID="#23456">
    <rdf:type rdf:ID="http://hpi-web.de/WS0809/Lehrveranstaltung" />
    <hpi:LehrveranstaltungName>Semantc Web Enabled Software</hpi:LehrveranstaltungName>
    <hpi:LehrveranstaltungOrt>A 2.1</hpi:LehrveranstaltungOrt>
    <hpi:LehrveranstaltungUmfang rdf:datatype="&xsd;integer">2</hpi:LehrveranstaltungUmfang>
  </rdf:Description>

</rdf:RDF>

```

## RDF Abkürzungsmöglichkeiten (revisited):

(1) kinderlose Property-Elemente können durch XML-Attribute ersetzt werden

(2) rdf:Description-Elemente mit Typisierung können durch das in rdf:type angegebene Element ersetzt werden

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>

<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:hpi="http://hpi-web.de/WS0809"
  xml:base="http://hpi-web.de/here">

  <rdf:Description rdf:about="http://hpi-web.de/WS0809/HaraldSack"
    hpi:name="Dr. Harald Sack"
    hpi:telefonnr="+331-5509-527" >
    <hpi:betreutLehrveranstaltung rdf:resource="#12345" />
    <hpi:betreutLehrveranstaltung rdf:resource="#23456" />
  </rdf:Description>

  <hpi:Lehrveranstaltung rdf:ID="#12345"
    hpi:LehrveranstaltungName="Semantic Web"
    hpi:LehrveranstaltungOrt="HS 3" >
    <hpi:LehrveranstaltungUmfang rdf:datatype="xsd:Integer">2</hpi:LehrveranstaltungUmfang>
  </hpi:Lehrveranstaltung>

  <hpi:Lehrveranstaltung rdf:ID="#23456">
    hpi:LehrveranstaltungName="Semantic Web Enabled Software"
    hpi:LehrveranstaltungOrt="A 2.1" >
    <hpi:LehrveranstaltungUmfang rdf:datatype="xsd:integer">2</hpi:LehrveranstaltungUmfang>
  </hpi:Lehrveranstaltung>

</rdf:RDF>
```

## RDF Charakteristika - Zusammenfassung

- **Unabhängigkeit:**  
da eine Property eine Ressource ist, kann jeder seine eigenen erfinden
- **Austauschbarkeit**  
da RDF auf XML basiert, kann es leicht kommuniziert werden
- **Skalierbarkeit**  
da ein Statement nur aus den drei Teilen (Ressource, Property, Wert) besteht, können diese in großen Mengen maschinell verarbeitet werden
- **Properties sind Ressourcen**  
da Properties selbst wieder Ressourcen sind, können sie eigene Properties haben und diese können per RDF automatisch verarbeitet werden
- **Werte können Ressourcen sein**  
da Werte selbst wieder Ressourcen sein können, können sie auch wieder eigene Properties haben
- **Statements können Ressourcen sein**  
da Statements selbst wieder Ressourcen sein können, können sie auch wieder eigene Properties haben



## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

## RDF und Datenintegration

- Einfaches Beispiel: Bibliografie-Datenbank

ID	Autor	Titel	Verlag	Jahr
ISBN 0-00-651409-X	HS-123	WWW	S-001	2004

ID	Name	Homepage
HS-123	Harald Sack	<a href="http://hpi-web.de/HaraldSack.html">http://hpi-web.de/HaraldSack.html</a>

ID	Verlagname	Ort
S-001	Springer	Heidelberg



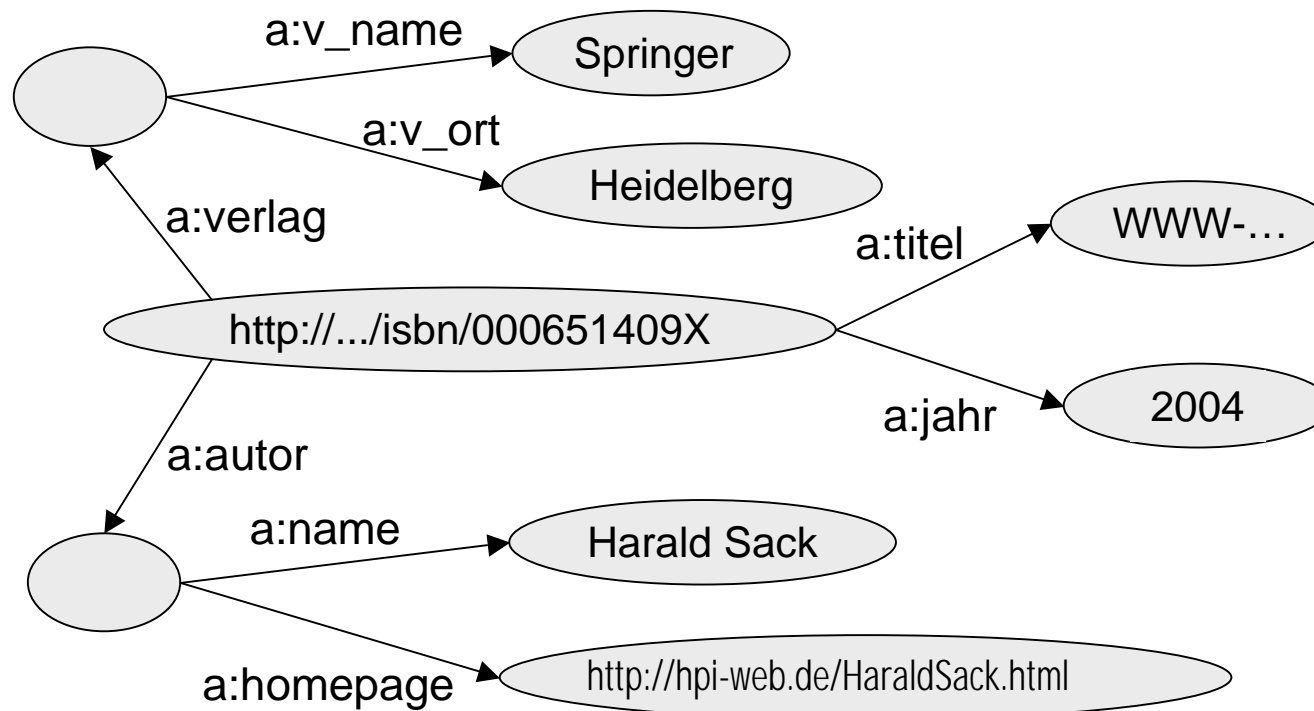
## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

49

## RDF und Datenintegration

- Export der Datenbank in eine einfache Menge von Relationen



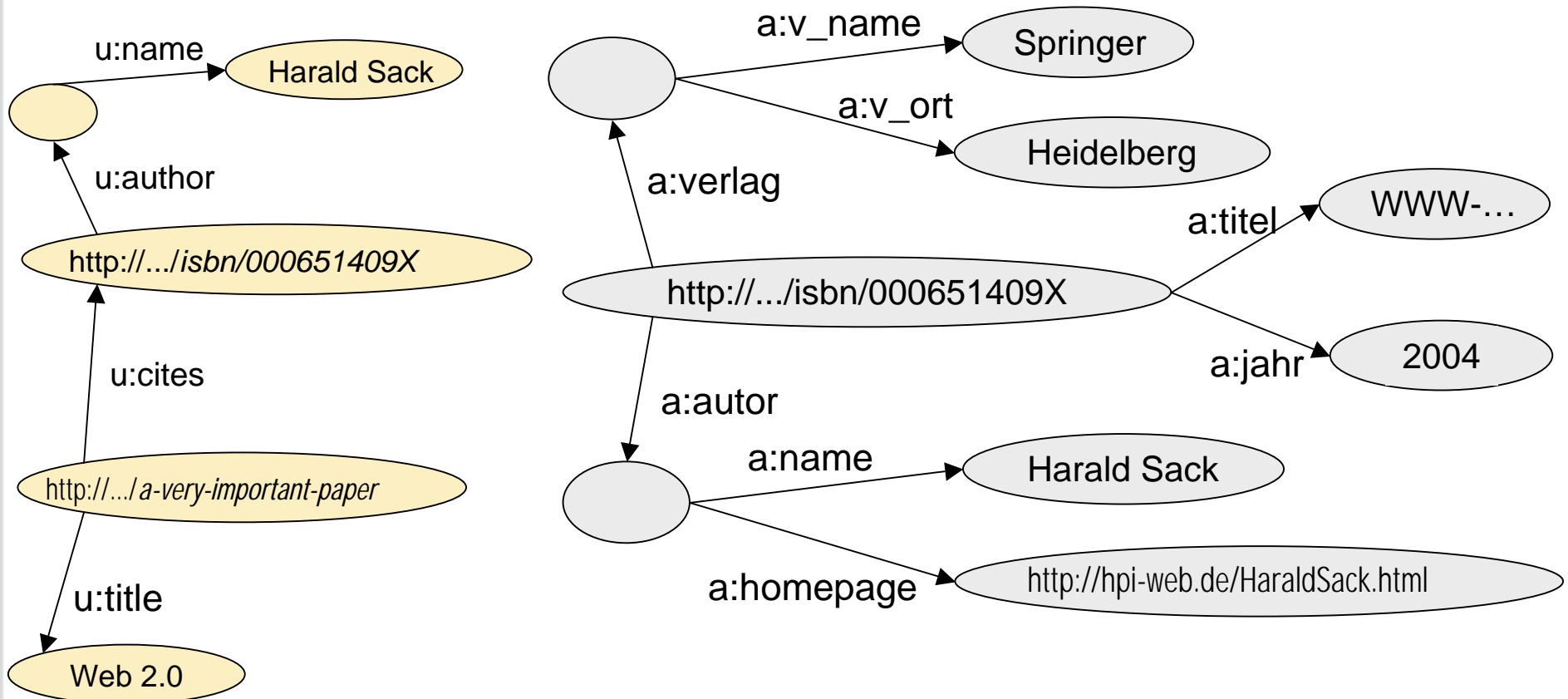
# 2. Die Sprachen des Semantic Web

## 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

50

### RDF und Datenintegration

- Datensatz aus einer anderen Datenbank hinzufügen



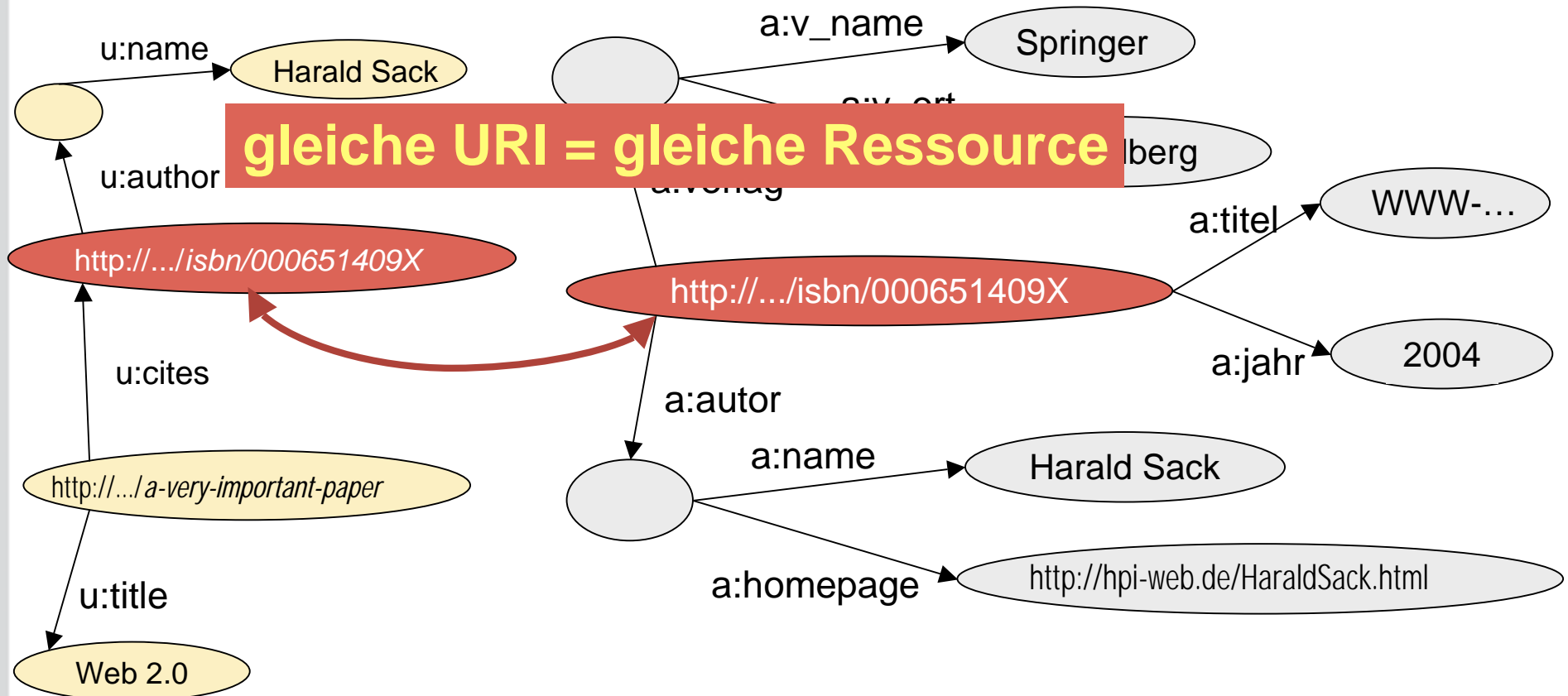
# 2. Die Sprachen des Semantic Web

## 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

51

### RDF und Datenintegration

- Datensatz aus einer anderen Datenbank hinzufügen



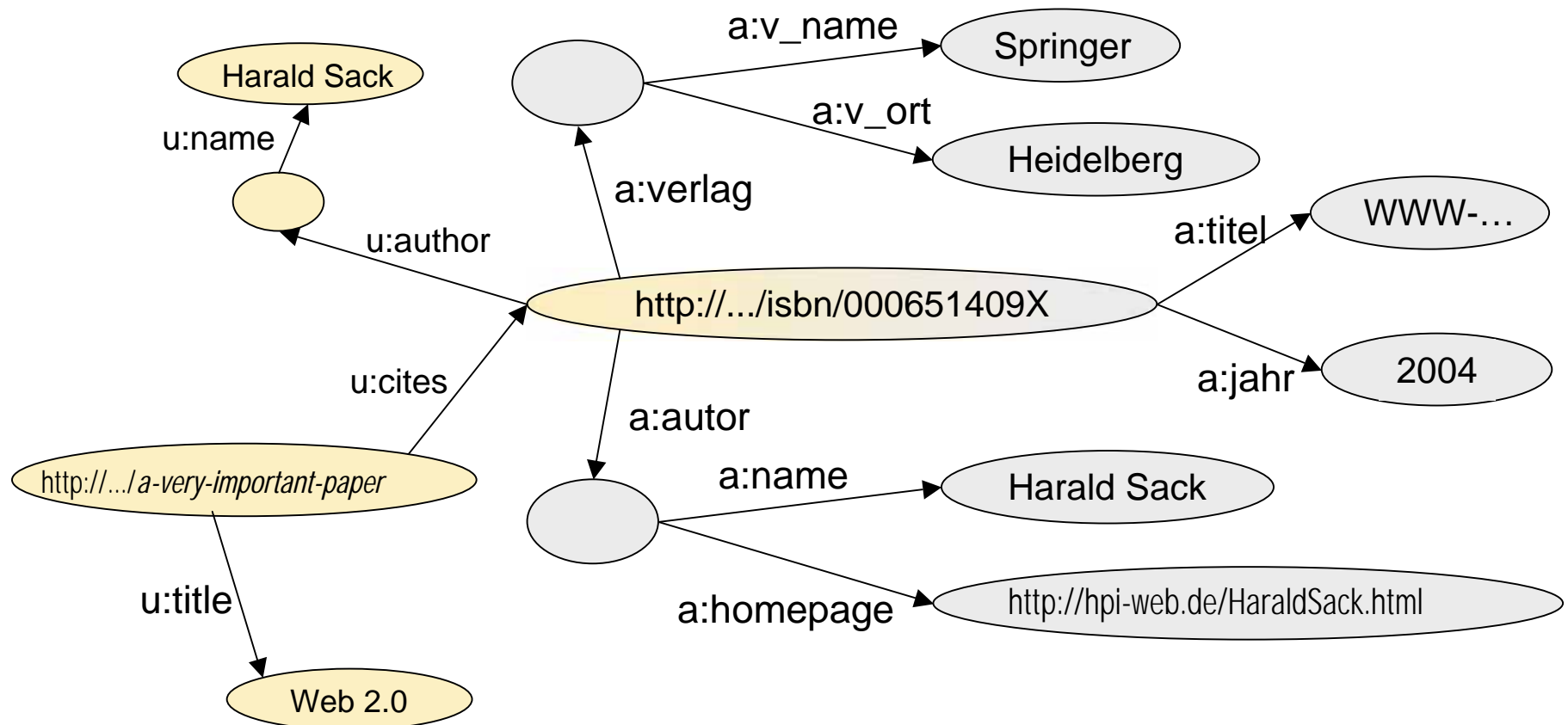
## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

52

## RDF und Datenintegration

- Datensatz aus einer anderen Datenbank hinzufügen



## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

53

#### Bewertung von RDF

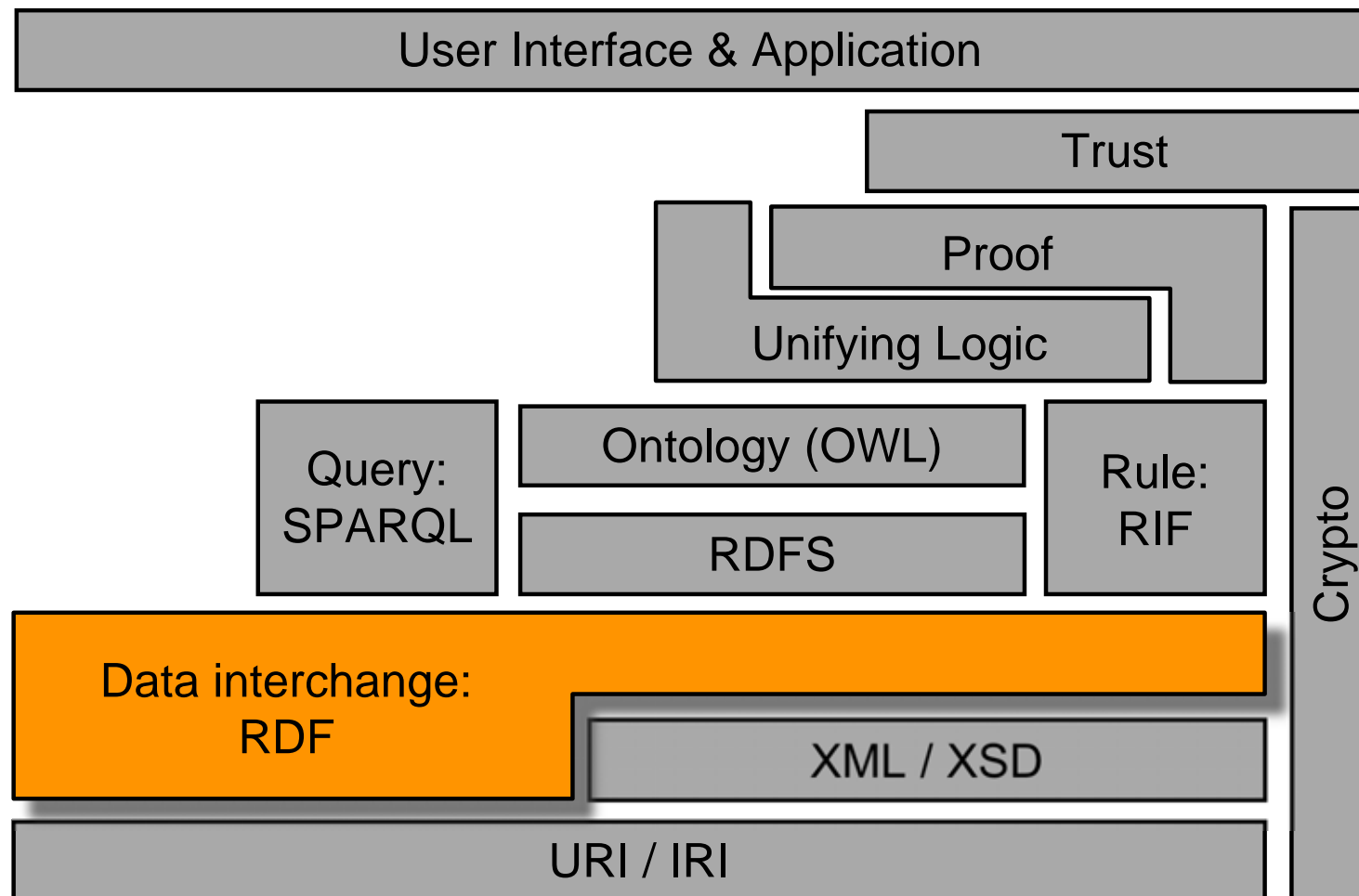
- Weitläufig unterstützter Standard (W3C Recommendation) für Datenarchivierung und Datenaustausch
  - RDF-Tools
  - RDF APIs (Jena, Redland, ...)
  - RDF Stores / Triple-Stores (Virtuoso, Sesame, Oracle...)
  - Grundlage für RSS 1.0, XMP (Adobe), SVG, ...
- Ermöglicht weitgehend syntaxunabhängige Darstellung verteilter Informationen in einem graphbasierten Datenmodell
- RDF bietet keine Möglichkeit zur Kodierung von Schemawissen
- --> RDF Schema

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

### 2.3 RDF und RDFS / 2.3.1 RDF Sprachstandard

54

## Semantic Web Architecture



- 1
- 2
- 3
- 20.11.2008 – Vorlesung Nr. 4**
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13

## 2. Die Sprachen des Semantic Web

2.1 Uniform Resource Identifier - URI

2.2 Universelle Vokabularien mit XML

### 2.3 Einfache semantische Strukturen mit RDF und RDFS

2.3.0 Problem der Wissensrepräsentation

2.3.1 RDF Sprachstandard

2.3.2 RDF Schema

2.4 Abfragesprache SPARQL

2.5 Semantik im WWW -  $\mu$ formats, RDFa, GRDDL

2.6 Warum RDF/RDFS noch nicht ausreicht

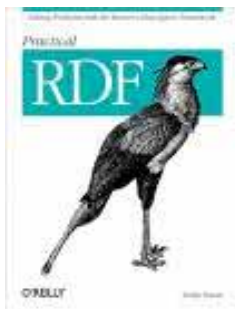
## 2. Die Sprachen des Semantic Web

56

### Literatur



- » P. Hitzler, M. Krötzsch, S. Rudolph, Y. Sure  
[Semantic Web Grundlagen](#), Springer, 2008.



- » S. Powers:  
[Practical RDF](#), O'Reilly, 2003.



