Lehrveranstaltung

Semantic Web Technologien

WS 2009/10

HTWG Konstanz

RDFS

RDF Schema

Sprachen des Semantic Web – RDFS

Rückblick

- XML liefert uns ein Format zur Serialisierung strukturierter Daten
  - XML ist für das Semantic Web nicht ausreichend
  - Aber:
    - Wir picken uns einige Bestandteile heraus (Namespaces, DOCTYPE...)
- RDF liefert uns ein Datenmodell zur Beschreibung von Ressourcen
  - Modellierung der Daten als Graph – Zerlegung in SPO Triple
  - Mit SPO-Triplen lässt sich fast jede Aussage darstellen
  - Wir können Beziehungen zwischen Ressourcen modellieren
  - Wir können Daten von Ressourcen modellieren (Literale)
    - Wir können Literalen einen Typ geben! (Datum, String, Integer …)

Was fehlt ?

Sprachen des Semantic Web – RDFS

Wir möchten mehrere Ressourcen eines Typs zusammenfassen können

=> Wir müssen Typen definieren können

=> Wir müssen Ressourcen typisieren (können)

- Beispiele:
  - "Steffen Schlönvoigt" ist ein "Mann"
    - Wie stellen wir "ist ein" generisch dar?
    - Welchen Typ hat "Mann" ?

=> Wir müssen Aussagen über Typen treffen können

=> Typen müssen auch Ressourcen sein

- "Mann" ist Untertyp Von "Mensch"
  - Ist "Steffen Schlönvoigt" dann nicht auch ein "Mensch"
  - Muss ich das explizit ausdrücken?
  - Für jeden Mann, für jede "Frau" einzeln?

=> Wir müssen eine Hierarchie aufbauen können

Sprachen des Semantic Web – RDFS

Wie sieht es bei Properties aus ?

- Beispiel:
  - “Steffen” ist befreundet mit “Markus”
  - “Steffen” kennt “Matthias”
    - Kennt Steffen Markus nicht?
    - Muss ich das explizit ausdrücken?

  => Wir benötigen eine Hierarchie bei Properties
- Ist ein “Auto” passend als Ziel der “ist befreundet mit” Beziehung?

  => Wir wollen Aussagen über Properties treffen
  - Properties müssen typisiert werden

  => Wir wollen Typen für Subjekt und Objekt eingrenzen können

Solches Wissen nennt man “Schemawissen”

RDF Schema hilft uns, solches Wissen auszudrücken

Sprachen des Semantic Web – RDFS

RDF Schema (RDFS)

- Gehört zum W3C Recommendation Paket zu RDF
- Ermöglicht Spezifikation von schematischem Wissen
  - Wird auch terminologisches Wissen genannt
  - In Ontologie: T-Box
- Besitzt eigenes/spezielles Vokabular
  - Vokabular ist definiert in RDF
  - Jedes RDFS Dokument ist gültiges RDF!
- Namensraum:
  - http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#
  - In der Regel abgekürzt durch “rdfs”

Sprachen des Semantic Web – RDFS

RDF Schema (RDFS)

- Vokabular ist nicht themengebunden, sondern generisch
- Erlaubt Spezifikation von beliebigen RDF-Vokabularen
- Erlaubt Spezifikation von Semantik von Vokabularen

  => RDFS ist ein Metavokabular

- Vorteil:

  Jedes mit RDFS definierte RDF-Vokabular kann von jeder Software mit RDFS Unterstützung interpretiert werden

RDF Schema (RDFS)

- RDFS erlaubt die Definition von Ontologien

  => RDFS ist eine Ontologiesprache (Wissensrepräsentationssprache)
- Allerdings: Funktionsumfang eingeschränkt

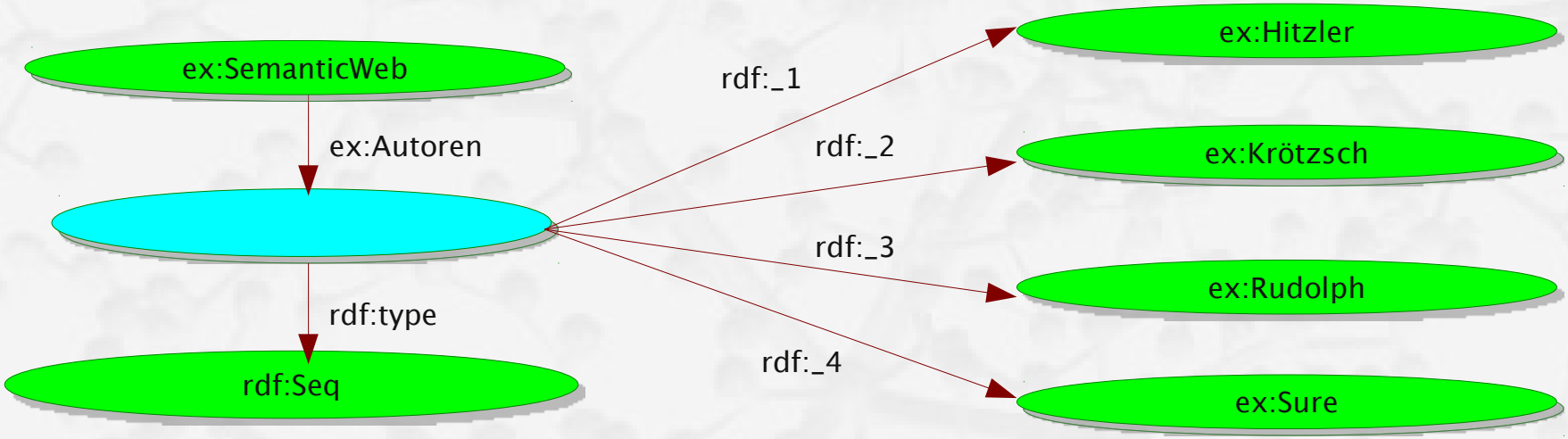
  => Man spricht von lightweight/leichtgewichtigen Ontologien
- Wir werden uns später mit OWL, einer ausdrucksstärkeren Sprache, beschäftigen
- Aber ausdrucksstärkere Sprachen führen auch zu
  - Höherer Komplexität
  - Längerer Laufzeit der Algorithmen zum Schlussfolgern
- Mit ein bisschen Semantik kommt man schon recht weit

  “A little semantics goes a long way”

Sprachen des Semantic Web – RDFS

Zuweisung von Instanzen zu Typen:

- RDF definiert die Eigenschaft “type”
- Bereits kennengelernt im Zusammenhang mit Listen:



- Mit “rdf:type” wird einem Subjekt das Objekt als Typ zugewiesen
- Das Objekt wird damit als “Klasse” ausgezeichnet
- Das Subjekt wird als “Instanz” der Klasse gesehen

Sprachen des Semantic Web – RDFS

Beispiel zu “rdf:type”:

```
ex:SteffenSchloenvoigt rdf:type ex:Mann .
```

- Folgendes kann daraus geschlossen werden:
  - `ex:Mann` ist eine Klasse
  - `ex:SteffenSchloenvoigt` ist eine Instanz, die der Klasse `ex:Mann` angehört

- Einem Individuum können beliebig viele Klassen zugewiesen werden
- Unterscheidung zwischen Klassen und Individuen syntaktisch nicht möglich
- Auch in der Realität ist Abgrenzung manchmal schwierig

Sprachen des Semantic Web – RDFS

- Manchmal möchten wir explizit ausdrücken, dass eine Ressource/URI eine Klasse bezeichnet

- Typ/Klasse aller Klassen:

```
rdfs:Class
```

- Beispiel:

```
ex:Mann rdf:type rdfs:Class .
```

- Wenn rdfs:Class Klasse aller Klassen ist, enthält sie sich auch selbst. => Es gilt immer:

```
rdfs:Class rdf:type rdfs:Class .
```

- RDF/RFDS Standardklassen:
  - `rdfs:Class`
  - `rdfs:Resource`
    - Klasse aller Ressourcen
  - `rdf:Property`
    - Klasse aller Relationen
  - `rdf:List, rdf:Seq, rdf:Bag, rdf:Alt, rdfs:Container`
  - `rdfs:ContainerMembershipProperty`
    - Klasse aller Relationen, die eine Enthaltenseinsbeziehung darstellen
  - `rdf:XMLLiteral`
    - Klasse aller Werte des Datentyps XMLLiteral
  - `rdfs:Literal`
    - Klasse aller Literalwerte (enthält alle Datentypen als Sub-Class)
  - `rdfs:Datatype`
    - Klasse aller Datentypen (analog zu rdfs:Class)
  - `rdf:Statement`
    - Klasse aller reifizierten Aussagen (siehe später)

Sprachen des Semantic Web – RDFS

- Syntaktische Vereinfachungen in RDF/XML

  An Stelle von

```
<rdf:Description rdf:about="&ex;SteffenSchloenvoigt">
   <rdf:type rdf:resource="&ex;Mann />
</rdf:Description>
```

  Kann auch

```
<ex:Mann rdf:about="&ex;SteffenSchloenvoigt" />
```

  geschrieben werden. Entsprechend gilt auch:

```
<rdfs:Class rdf:about="&ex;Mann" />
```

Sprachen des Semantic Web – RDFS

Hierarchisierung von Klassen (auch Taxonimien)

- RDFS-Vokabular definiert “rdfs:subClassOf”
- Beispiel:

```
ex:Mann          rdfs:subClassOf  ex:Mensch .
ex:Steffen       rdf:type         ex:Mann .
```

  - RDFS-Software erkennt automatisch:

```
ex:Steffen       rdf:type         ex:Mensch .
```

- Man kann dies ausdrücken als “Mann ist eine Unterklasse von Mensch”
- “rdfs:subClassOf” ist transitiv.
  - Mit zusätzlichem Triple

```
ex:Mensch        rdf:subClassOf   ex:Saeugetier .
```

  - Folgt:

```
ex:Steffen       rdf:type         ex:Saeugetier .
```

Sprachen des Semantic Web – RDFS

- Weiteres zu rdfs:subClassOf
  - rdfs:subClassOf ist reflexiv

    => Jede Klasse ist Unterklasse von sich selbst

    Damit gilt implizit:

    ```
    ex:Mann rdf:subClassOf ex:Mann .
    ```

  - Festlegung von Gleichheit zweier Klassen möglich mit gegenseitiger Unterklassenbeziehung

    ```
    ex:Hospital     rdfs:subClassOf     ex:Krankenhaus .
    ex:Krankenhaus  rdfs:subClassOf     ex:Hospital .
    ```

Sprachen des Semantic Web – RDFS

- RDFS hat ein “mengentheoretisches” Klassenmodell wie in der Mathematik
  - `rdf:type` entspricht $\in$
  - `rdfs:subClassOf` entspricht $\subseteq$
- Reflexivität und Transitivität von rdfs:subClassOf damit mathematisch hinterlegt

Sprachen des Semantic Web – RDFS

- Properties: (auch Relationen, Beziehungen)
  - Properties stehen in Triplen an der Stelle des Prädikats
  - Sagen aus, auf welche Art Ressourcen miteinander verbunden sind
  - Mathematische Schreibweise:
    - befreundetMit = {(Steffen,Markus),(Markus,Mario)...}
  - Properties werden in RDFS speziellen Klassen zugeordnet
  - Klasse aller Properties in RDFS: `rdf:Property`
    - Es gilt bei Properties:

```
ex:befreundetMit    rdf:type      rdf:Property .
```

Sprachen des Semantic Web – RDFS

- Property-Hierarchien:
  - Werden in RDFS abgebildet durch Property “rdfs:subPropertyOf”
  - Beispiel:

```
ex:befreundetMit    rdfs:subPropertyOf    ex:kennt .
ex:Steffen          ex:befreundetMit      ex:Markus .
```

    - Damit kann eine RDFS Software folgern:

```
ex:Steffen          ex:kennt              ex:Markus .
```

Sprachen des Semantic Web – RDFS

- Einschränkungen auf Properties
  - Oft weiß man, dass das Subjekt oder das Objekt einer Property einer bestimmten Klasse angehört
  - Den Definitionsbereich eines Property bezeichnet man als **domain**
  - Den Bildbereich einer Property bezeichnet man als **range**
  - Beispiel:

```
ex:employedAt    rdfs:domain      ex:Person .
ex:employedAt    rdfs:range       ex:Company .
ex:Steffen       ex:employedAt    ex:TechniData .
```

  - Aus dem Beispiel kann eine RDFS-Software folgern:
    - `ex:Steffen  rdf:type  ex:Person`
    - `ex:TechniData  rdf:type  ex:Company`
  - Kann auch für Datentypen bei Literalen verwendet werden:
    - `ex:hasAge  rdfs:range  xsd:nonNegativeInteger`

Sprachen des Semantic Web – RDFS

- Property-Einschränkungen
  - Einzige Möglichkeit zur Definition semantischer Zusammenhänge zwischen Properties und Klassen
- Vorsicht
  - Angaben zu Domain und Range gelten global
    - Also überall, wo die Property verwendet wird
  - Angaben zu Domain und Range sind konjunktiv
  - Beispiel:

```
ex:istAutorVon      rdfs:range   ex:Kochbuch .
ex:istAutorVon      rdfs:range   ex:Maerchenbuch .
```

    führt dazu, dass jedes Buch von dem jemand Autor ist, gleichzeitig Kochbuch UND Märchenbuch ist!!!
- Immer die Klasse verwenden, die am allgemeinsten ist!

Sprachen des Semantic Web – RDFS

- Offene Listen mit RDFS
  - `rdfs:Container`
    - Oberklasse von `rdf:Seq, rdf:Bag und rdf:Alt` (und allen weiteren Klassen, die man als Container definiert)
  - `rdfs:ContainerMembershipProperty`
    - Klasse aller Properties, die eine Beziehung beschreiben, welche die Semantik besitzt, dass das Subjekt im Objekt enthalten ist
    - Für alle Instanzen (Properties) gilt: Range ist `rdfs:Container`
  - `rdfs:member`
    - Oberproperty aller in `rdfs:ContainerMembershipProperty` enthaltenen Instanzen
    - Wenn gilt

      `aProperty rdfs:subPropertyOf rdfs:member`

      folgt daraus:

      `aProperty rdf:type rdfs:ContainerMembershipProperty`

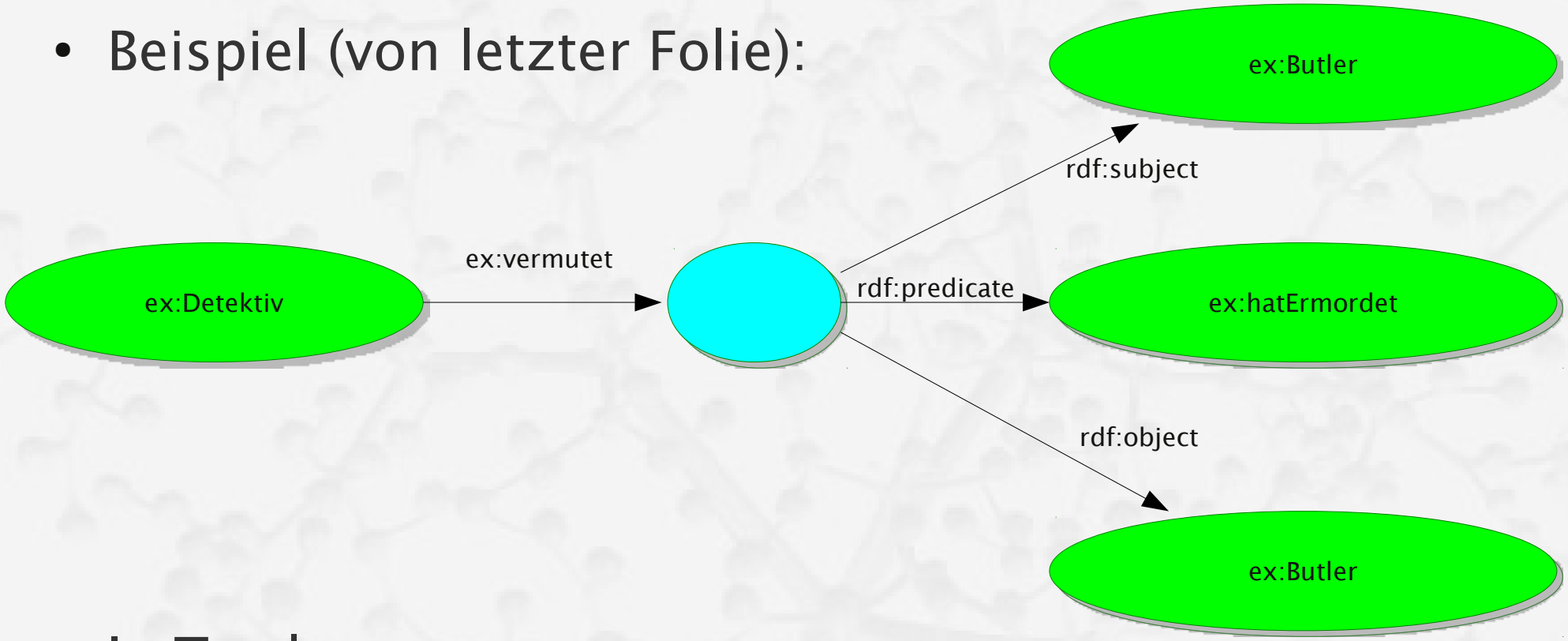
      und umgekehrt

Sprachen des Semantic Web – RDFS

- Reifikation
  - Aussagen über Triple
  - Hinweiswort “dass”
  - Beispiel:
    - Der Detektiv vermutet, **dass** der Butler den Gärtner ermordet hat.
  - Oft verwendet, um Ungewissheiten auszudrücken
  - Die “reifizirten” Triple müssen nicht unbedingt gelten
    - Beachten: Wenn ein Triple einmal definiert ist, gilt es immer
  - Typisierung reifizierter Aussagen als `rdf:Statement`
  - Elemente der Aussage:
    - `rdf:subject, rdf:predicate, rdf:object`
  - Statements werden oft als Blank Nodes realisiert

Sprachen des Semantic Web – RDFS

- Beispiel (von letzter Folie):



- In Turtle:

```
ex:Detektiv  ex:vermutet  [  ex:subject     ex:Butler
                             ex:predicate   ex:hatErmordet
                             ex:object      ex:Gaertner ] .
```

Sprachen des Semantic Web – RDFS

- Annotations
  - Beim Programmieren kommentiert man Code, bei der Ontologieerstellung anntotiert man sein Vokabular und Ressourcen
  - Ziel: Erhöhung der Verständlichkeit für den Nutzer
  - Wird ebenfalls als Graph notiert – RDFS bietet spezielle Properties
    - `rdfs:label`
      - Vergabe eines lesbaren Namens für eine Ressource
      - Wird oft von Tools anstelle der (abgekürzten) URI angezeigt
    - `rdfs:comment`
      - Möglichst umfangreicher Kommentar zu einer Ressource
      - z.B. Natürlichsprachliche Definition einer neuen Klasse
        - "Die Klasse `ex:Bank` bezeichnet ein Geldinstitut"
    - `rdfs:seeAlso, rdfs:definedBy`
      - URIs, wo man weitere Informationen über die Ressource finden kann

Sprachen des Semantic Web – RDFS

- Beispiel zu Annotationen:

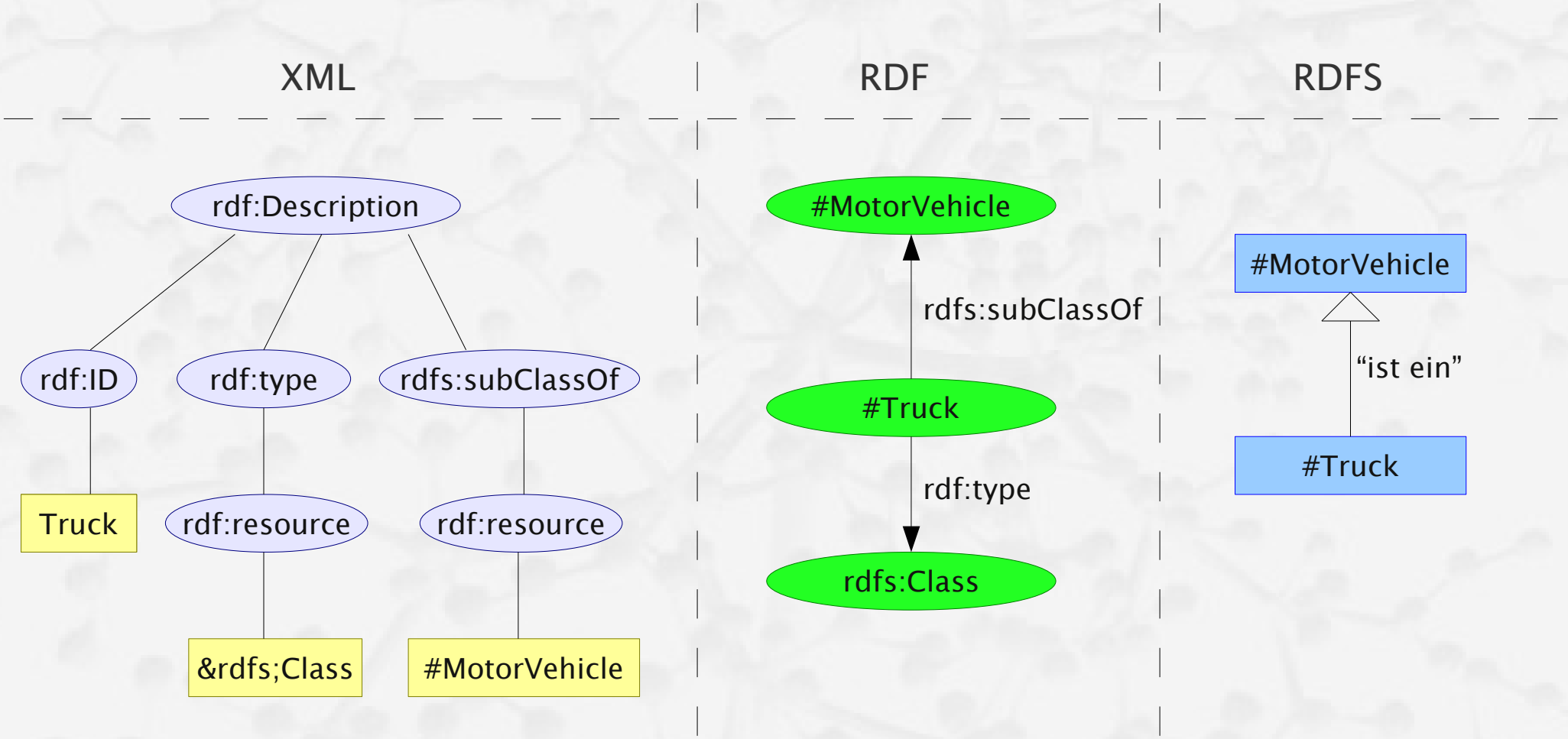
```
<rdfs:Class rdf:about="&ex;Car">
    <rdfs:label xml:lang="en">Car</rdfs:label>
    <rdfs:label xml:lang="de">Auto</rdfs:label>
    <rdfs:comment xml:lang="de">
        Ein Automobil, kurz Auto (auch Kraftwagen, früher
        Motorwagen), ist ein mehrspuriges Kraftfahrzeug, das
        von einem Motor angetrieben wird und zur Beförderung von
        Personen und Frachtgütern dient.
    </rdfs:comment>
    <rdfs:seeAlso rdf:resource="http://de.wikipedia.org/wiki/Auto" />
    <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://example.org/vocabulary" />
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="&ex;MotorVehicle" />
</rdfs:Class>
```

Sprachen des Semantic Web – RDFS

- Ontologien – A-Box / T-Box
  - Mit RDFS kann Wissen so modelliert werden, dass weiteres, implizites Wissen zu einem gewissen Teil bereits geschlussfolgert werden kann
  - Eine Ontologie ist die Beschreibung von Wissen
  - Man unterscheidet zwischen
    - A-Box: Assertionales Wissen
      - Aussagen über Individuen und deren Beziehung zueinander
      - Wird bereits durch RDF abgedeckt
    - T-Box: Terminologisches Wissen
      - Definition von Klassen, Properties und deren Beziehung untereinander
      - Wird mit RDFS modelliert

1 Dokument – 3 Interpretationen

```
<rdf:Description rdf:ID="Truck">
    <rdf:type rdf:resource="&rdfs;Class" />
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MotorVehicle" />
</rdf:Description>
```



Noch Fragen ?

Sprachen des Semantic Web – XML

- Literatur:
  - Buch “Semantic Web Grundlagen”, Springer Verlag 2008
    Pascal Hitzler, Markus Krötzsch, Sebastian Rudolph, York Sure
    ISBN: 978-3-540-33993-9
  - RDF Webseite
    http://www.w3.org/RDF/
  - Resource Description Framework Schema
    Dan Brickley, R.V. Guha, Brian McBride
    W3C Recommendation, 10th February 2004
    http://www.w3.org/TR/rdf-schema
  - RDF Planet – Blogs zum Thema RDF / Semantic Web
    http://www.planetrdf.com/