

# Agenten im Semantic Web

D. Lammers

Institut für Informatik  
Universität Münster

2007-04-12 / Intro zum Seminar

# Gliederung

- 1 Semantic Web
- 2 RDF - RDF-Schema - OWL

# Was ist Semantik?

- ***Semiotik*: Syntax - Sematik - Pragmatik**
- Morgenstern = Abendstern = Venus
- *Bedeutung* von Objekten
- Einbettung der Objekte in Umwelten
- Beziehungen zwischen Objekten

# Was ist Semantik?

- *Semiotik*: Syntax - Sematik - Pragmatik
- Morgenstern = Abendstern = Venus
- *Bedeutung* von Objekten
- Einbettung der Objekte in Umwelten
- Beziehungen zwischen Objekten

# Was ist Semantik?

- *Semiotik*: Syntax - Sematik - Pragmatik
- Morgenstern = Abendstern = Venus
- **Bedeutung von Objekten**
- Einbettung der Objekte in Umwelten
- Beziehungen zwischen Objekten

# Was ist Semantik?

- *Semiotik: Syntax - Semantik - Pragmatik*
- *Morgenstern = Abendstern = Venus*
- *Bedeutung von Objekten*
- Einbettung der Objekte in Umwelten
- Beziehungen zwischen Objekten

# Was sind Ontologien?

- **stammen aus der KI**
- können Wissen einer Domäne formal repräsentieren
- beschreiben Konzepte und deren Beziehungen in einer Wissensdomäne
- setzen auf semantischen Netzen auf
- entstehen als Verhandlungsprozess:
  - Etablierte, sprachlich orientierte O., e.g. *Dublin Core Metadata Initiative*
  - Ontologien von unten, e.g. *folksonomies*, Link/Tag-Sammlungen, ...

# Was sind Ontologien?

- stammen aus der KI
- können Wissen einer Domäne formal repräsentieren
- beschreiben Konzepte und deren Beziehungen in einer Wissensdomäne
- setzen auf semantischen Netzen auf
- entstehen als Verhandlungsprozess:
  - Etablierte, sprachlich orientierte O., e.g. *Dublin Core Metadata Initiative*
  - Ontologien von unten, e.g. *folksonomies*, Link/Tag-Sammlungen, ...

# Was sind Ontologien?

- stammen aus der KI
- können Wissen einer Domäne formal repräsentieren
- **beschreiben Konzepte und deren Beziehungen in einer Wissensdomäne**
- setzen auf semantischen Netzen auf
- entstehen als Verhandlungsprozess:
  - Etablierte, sprachlich orientierte O., e.g. *Dublin Core Metadata Initiative*
  - Ontologien von unten, e.g. *folksonomies*, Link/Tag-Sammlungen, ...

# Was sind Ontologien?

- stammen aus der KI
- können Wissen einer Domäne formal repräsentieren
- beschreiben Konzepte und deren Beziehungen in einer Wissensdomäne
- **setzen auf semantischen Netzen auf**
- entstehen als Verhandlungsprozess:
  - Etablierte, sprachlich orientierte O., e.g. *Dublin Core Metadata Initiative*
  - Ontologien von unten, e.g. *folksonomies*, Link/Tag-Sammlungen, ...

# Was sind Ontologien?

- stammen aus der KI
- können Wissen einer Domäne formal repräsentieren
- beschreiben Konzepte und deren Beziehungen in einer Wissensdomäne
- setzen auf semantischen Netzen auf
- **entstehen als Verhandlungsprozess:**
  - Etablierte, sprachlich orientierte O., e.g. *Dublin Core Metadata Initiative*
  - Ontologien von unten, e.g. *folksonomies*, Link/Tag-Sammlungen, ...

# Was sind Ontologien?

- stammen aus der KI
- können Wissen einer Domäne formal repräsentieren
- beschreiben Konzepte und deren Beziehungen in einer Wissensdomäne
- setzen auf semantischen Netzen auf
- entstehen als Verhandlungsprozess:
  - Etablierte, sprachlich orientierte O., e.g. *Dublin Core Metadata Initiative*
  - Ontologien von unten, e.g. *folksonomies*, Link/Tag-Sammlungen, ...

# Was sind Ontologien?

- stammen aus der KI
- können Wissen einer Domäne formal repräsentieren
- beschreiben Konzepte und deren Beziehungen in einer Wissensdomäne
- setzen auf semantischen Netzen auf
- entstehen als Verhandlungsprozess:
  - Etablierte, sprachlich orientierte O., e.g. *Dublin Core Metadata Initiative*
  - Ontologien von unten, e.g. *folksonomies*, Link/Tag-Sammlungen, ...

## Semantic Web vs. Web2.0

- Semantic Web besteht auf W3C-Standards und semant. Technologien, die bereits verbreitet als Kanalisierung der Informationsflut genutzt werden. Es ist ein Konzept für das Web der Zukunft
- Web2.0 ist eher das Bemühen, technische und soziale Entwicklungen im Web schnell aufzugreifen und zu vermarkten, und liefert *kein* Konzept für das Web der Zukunft.
- Semantische Tools sind nicht das Semantic Web!

## Semantic Web vs. Web2.0

- Semantic Web besteht auf W3C-Standards und semant. Technologien, die bereits verbreitet als Kanalisierung der Informationsflut genutzt werden. Es ist ein Konzept für das Web der Zukunft
- Web2.0 ist eher das Bemühen, technische und soziale Entwicklungen im Web schnell aufzugreifen und zu vermarkten, und liefert *kein* Konzept für das Web der Zukunft.
- Semantische Tools sind nicht das Semantic Web!

## Semantic Web vs. Web2.0

- Semantic Web besteht auf W3C-Standards und semant. Technologien, die bereits verbreitet als Kanalisierung der Informationsflut genutzt werden. Es ist ein Konzept für das Web der Zukunft
- Web2.0 ist eher das Bemühen, technische und soziale Entwicklungen im Web schnell aufzugreifen und zu vermarkten, und liefert *kein* Konzept für das Web der Zukunft.
- **Semantische Tools sind nicht das Semantic Web!**

# Standards

- 2007-04-13 =  
Freitag, der 13 April 07 = heute  
kann ein *Mensch* interpretieren, aber - zumindest  
bislang - keine Maschine.
- Damit nichtmenschliche Agenten mit dem Semantic  
Web umgehen können, braucht es Standards!

# Standards

- 2007-04-13 =  
Freitag, der 13 April 07 = heute  
kann ein *Mensch* interpretieren, aber - zumindest  
bislang - keine Maschine.
- Damit nichtmenschliche Agenten mit dem Semantic  
Web umgehen können, braucht es Standards!

# Standardisierungsgremien

- ISO/DIN fürs Internet zu langsam
- Internet Engineering Task Force IETF für das Internet relevant (RFCs)
- W3C - 1994 von Tim Berners-Lee gegründet, setzt Standards für das WWW:
  - *Recommendations* sind die Quasi-Normen,
  - *Working Drafts* sind werdende Normen
  - *Notes* sind im wesentlichen Ideen oder grobe Vorschläge.

# Standardisierungsgremien

- ISO/DIN fürs Internet zu langsam
- Internet Engineering Task Force IETF für das Internet relevant (RFCs)
- W3C - 1994 von Tim Berners-Lee gegründet, setzt Standards für das WWW:
  - *Recommendations* sind die Quasi-Normen,
  - *Working Drafts* sind werdende Normen
  - *Notes* sind im wesentlichen Ideen oder grobe Vorschläge.

# Standardisierungsgremien

- ISO/DIN fürs Internet zu langsam
- Internet Engineering Task Force IETF für das Internet relevant (RFCs)
- **W3C - 1994 von Tim Berners-Lee gegründet, setzt Standards für das WWW:**
  - *Recommendations* sind die Quasi-Normen,
  - *Working Drafts* sind werdende Normen
  - *Notes* sind im wesentlichen Ideen oder grobe Vorschläge.

# Standardisierungsgremien

- ISO/DIN fürs Internet zu langsam
- Internet Engineering Task Force IETF für das Internet relevant (RFCs)
- **W3C - 1994 von Tim Berners-Lee gegründet, setzt Standards für das WWW:**
  - *Recommendations* sind die Quasi-Normen,
  - *Working Drafts* sind werdende Normen
  - *Notes* sind im wesentlichen Ideen oder grobe Vorschläge.

# Standardisierungsgremien

- ISO/DIN fürs Internet zu langsam
- Internet Engineering Task Force IETF für das Internet relevant (RFCs)
- **W3C - 1994 von Tim Berners-Lee gegründet, setzt Standards für das WWW:**
  - *Recommendations* sind die Quasi-Normen,
  - *Working Drafts* sind werdende Normen
  - *Notes* sind im wesentlichen Ideen oder grobe Vorschläge.

# Standardisierungsgremien

- ISO/DIN fürs Internet zu langsam
- Internet Engineering Task Force IETF für das Internet relevant (RFCs)
- **W3C - 1994 von Tim Berners-Lee gegründet, setzt Standards für das WWW:**
  - *Recommendations* sind die Quasi-Normen,
  - *Working Drafts* sind werdende Normen
  - **Notes** sind im wesentlichen Ideen oder grobe Vorschläge.

# URL - URI: Vom Dokument zum Objekt

- Ein Universal Resource Locator *URL* beschreibt (meist) ein Dokument
- Ein Universal Resource Identifier *URI* fasst verschiedenen Möglichkeiten zusammen, weltweit eindeutige Namen zu bilden und bezeichnet alle möglichen Objekte (Bücher, Datumsangaben, Personen, ...):
  - URLs
  - URNs: `urn:isbn:3-444-10240-2`, ...

# URL - URI: Vom Dokument zum Objekt

- Ein Universal Resource Locator *URL* beschreibt (meist) ein Dokument
  - `http://wwwmath.uni-muenster.de/u/lammers/EDU/ss07/AgentenSemanticWeb/`
  - URLs werden von der IETF betreut
  - s.a. DNS - ICANN - DENIC
- Ein Universal Resource Identifier *URI* fasst verschiedenen Möglichkeiten zusammen, weltweit eindeutige Namen zu bilden und bezeichnet alle möglichen Objekte (Bücher, Datumsangaben, Personen, ...):
  - URLs
  - URNs: `urn:isbn:3-444-10240-2, ...`

# URL - URI: Vom Dokument zum Objekt

- Ein Universal Resource Locator *URL* beschreibt (meist) ein Dokument
  - `http://wwwmath.uni-muenster.de/u/lammers/EDU/ss07/AgentenSemanticWeb/`
  - URLs werden von der IETF betreut
  - s.a. DNS - ICANN - DENIC
- Ein Universal Resource Identifier *URI* fasst verschiedenen Möglichkeiten zusammen, weltweit eindeutige Namen zu bilden und bezeichnet alle möglichen Objekte (Bücher, Datumsangaben, Personen, ...):
  - URLs
  - URNs: `urn:isbn:3-444-10240-2, ...`

# URL - URI: Vom Dokument zum Objekt

- Ein Universal Resource Locator *URL* beschreibt (meist) ein Dokument
  - `http://wwwmath.uni-muenster.de/u/lammers/EDU/ss07/AgentenSemanticWeb/`
  - URLs werden von der IETF betreut
  - s.a. DNS - ICANN - DENIC
- Ein Universal Resource Identifier *URI* fasst verschiedenen Möglichkeiten zusammen, weltweit eindeutige Namen zu bilden und bezeichnet alle möglichen Objekte (Bücher, Datumsangaben, Personen, ...):
  - URLs
  - URNs: `urn:isbn:3-444-10240-2, ...`

# URL - URI: Vom Dokument zum Objekt

- Ein Universal Resource Locator *URL* beschreibt (meist) ein Dokument
- Ein Universal Resource Identifier *URI* fasst verschiedenen Möglichkeiten zusammen, weltweit eindeutige Namen zu bilden und bezeichnet alle möglichen Objekte (Bücher, Datumsangaben, Personen, ...):
  - URLs
  - URNs: `urn:isbn:3-444-10240-2`, ...

## Von der Markup Language zum Babel

- *html* (IETF) ging es nur um strukturierten Hypertext mit Links
- *xml* (W3C) erlaubt die weltweit verfügbare Definition aller möglichen Sprachen.
- Dazu benutzt *xml Namensräume*:  
`xmlns:rdf=http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#`  
- also ist *rdf* ein Element aus dem in  
`http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#`  
definierten Namensraum
- siehe z.B. Source eines RSS-Feeds

# Von der Markup Language zum Babel

- *html* (IETF) ging es nur um strukturierten Hypertext mit Links
- *xml* (W3C) erlaubt die weltweit verfügbare Definition aller möglichen Sprachen.
- Dazu benutzt xml *Namensräume*:  
`xmlns:rdf=http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#`  
- also ist *rdf* ein Element aus dem in `http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#` definierten Namensraum
- siehe z.B. Source eines RSS-Feeds

# Von der Markup Language zum Babel

- *html* (IETF) ging es nur um strukturierten Hypertext mit Links
- *xml* (W3C) erlaubt die weltweit verfügbare Definition aller möglichen Sprachen.
- **Dazu benutzt xml *Namensräume*:**  
`xmlns:rdf=http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#`  
- also ist *rdf* ein Element aus dem in `http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#` definierten Namensraum
- siehe z.B. Source eines RSS-Feeds

# Von der Markup Language zum Babel

- *html* (IETF) ging es nur um strukturierten Hypertext mit Links
- *xml* (W3C) erlaubt die weltweit verfügbare Definition aller möglichen Sprachen.
- Dazu benutzt xml *Namensräume*:  
`xmlns:rdf=http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#`  
- also ist *rdf* ein Element aus dem in  
`http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#`  
definierten Namensraum
- siehe z.B. Source eines RSS-Feeds

## Der RDF-Stack

- XML/XML-Schema/XML-Namespaces erlauben es, Syntax von Vokabularen weltweit eindeutig festzulegen und damit Daten zu strukturieren.
- Bedeutung wird aber immer noch in Prosa definiert.
- Die Resource Description Facility *RDF* kann mit Statements der Form `Subjekt Prädikat Objekt` Beziehungen zwischen Objekten beschreiben. Verknüpfung dieser Statementes liefert einen gerichteten Graph, Objekte und Beziehungen in diesem Graphen werden eindeutig über URIs benannt.

## Der RDF-Stack

- XML/XML-Schema/XML-Namespaces erlauben es, Syntax von Vokabularen weltweit eindeutig festzulegen und damit Daten zu strukturieren.
- **Bedeutung wird aber immer noch in Prosa definiert.**
- Die Resource Description Facility *RDF* kann mit Statements der Form `Subjekt Prädikat Objekt` Beziehungen zwischen Objekten beschreiben. Verknüpfung dieser Statementes liefert einen gerichteten Graph, Objekte und Beziehungen in diesem Graphen werden eindeutig über URIs benannt.

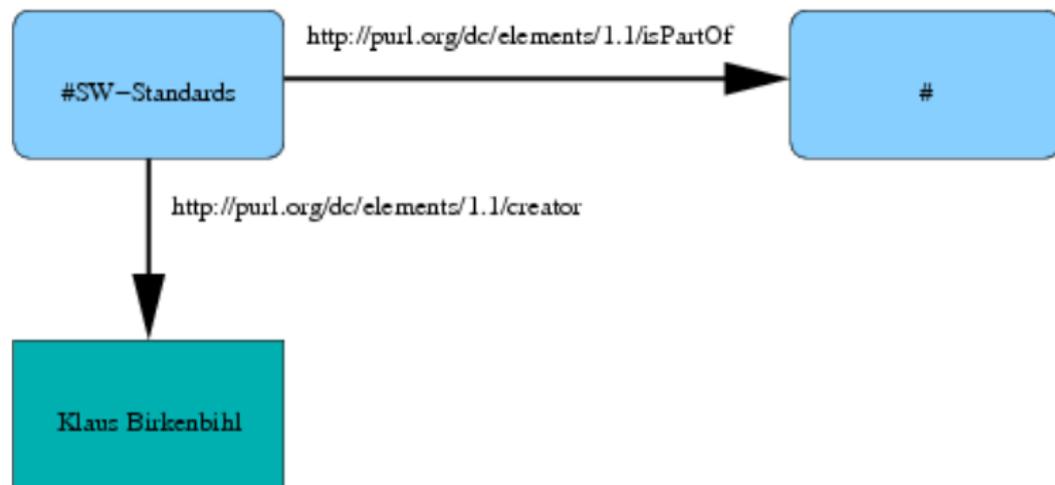
## Der RDF-Stack

- XML/XML-Schema/XML-Namespaces erlauben es, Syntax von Vokabularen weltweit eindeutig festzulegen und damit Daten zu strukturieren.
- Bedeutung wird aber immer noch in Prosa definiert.
- Die Resource Description Facility *RDF* kann mit Statements der Form `Subjekt Prädikat Objekt` Beziehungen zwischen Objekten beschreiben. Verknüpfung dieser Statementes liefert einen gerichteten Graph, Objekte und Beziehungen in diesem Graphen werden eindeutig über URIs benannt.

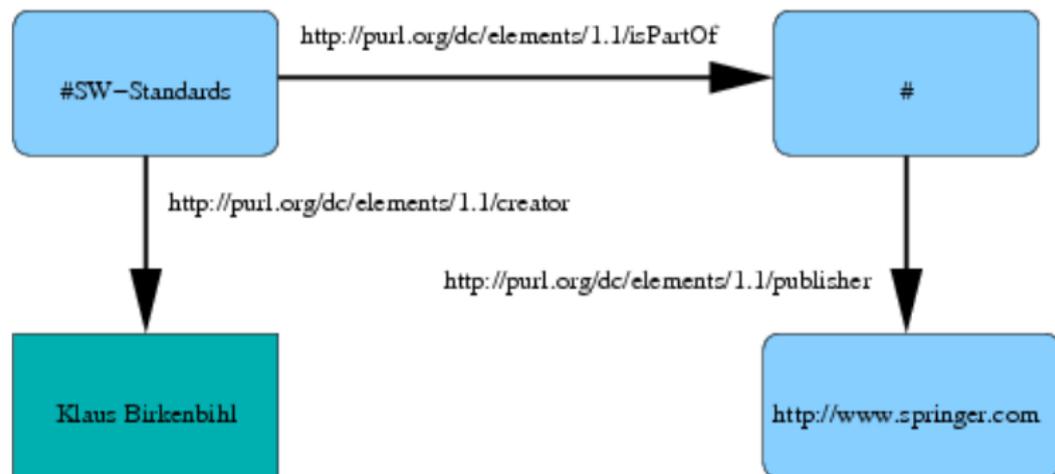
# Der RDF-Stack



# Der RDF-Stack



# Der RDF-Stack



# RDF serialisiert

```
<?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="#SW-Standards">
    <dc:creator>Klaus Birkenbihl</dc:creator>
    <dc:isPartOf rdf:resource="#" />
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:about="#">
    <dc:publisher rdf:resource="http://www.springer.com/" />
  </rdf:Description>

</rdf:RDF>
```

## RDF serialisiert (2)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns="http://purl.org/rss/1.0/"
  xmlns:cc="http://web.resource.org/cc/"
  xmlns:taxo="http://purl.org/rss/1.0/modules/taxonomy/"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns:syn="http://purl.org/rss/1.0/modules/syndication/"
  xmlns:content="http://purl.org/rss/1.0/modules/content/"
  xmlns:admin="http://webns.net/mvcb/"
>

<channel rdf:about="http://www.bibsonomy.org/user/gregor/K%7B%5C%22u%7Dnstliche">
  <title>BibSonomy publications for /user/gregor/K%7B%5C%22u%7Dnstliche</title>
  <link>http://www.bibsonomy.org/user/gregor/K%7B%5C%22u%7Dnstliche</link>
  <description>BibSonomy RSS Feed for /user/gregor/K%7B%5C%22u%7Dnstliche</descrip
```

# RDF-Schema

- um mit RDF Taxonomien oder Onthologien aufzubauen, muss man Begriffe in Kathegorien / Klassen einteilen und Ausssagen über diese Klassen machen können.
- das kann *RDF-Schema* mit  
`rdfs:Resource`, `rdfs:Class`,  
`rdfs:subClassOf`  
`rdfs:domain`, `rdfs:range` und `rdf:type`.

# RDF-Schema

- um mit RDF Taxonomien oder Onthologien aufzubauen, muss man Begriffe in Kathegorien / Klassen einteilen und Ausssagen über diese Klassen machen können.
- das kann *RDF-Schema* mit  
`rdfs:Resource`, `rdfs:Class`,  
`rdfs:subClassOf`  
`rdfs:domain`, `rdfs:range` **und** `rdf:type`.

# Auszug aus dem DublinCore

```
<rdf:Property rdf:about="http://purl.org/dc/elements/1.1/title">  
<rdfs:label xml:lang="en-US">Title</rdfs:label>
```

```
<rdfs:comment xml:lang="en-US">A name given to the resource.</rdfs:comment>  
<dc:description xml:lang="en-US">Typically, a Title will be a name by which  
the resource is formally known.</dc:description>  
<rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://purl.org/dc/elements/1.1/" />  
<dcterms:issued>1999-07-02</dcterms:issued>  
<dcterms:modified>2006-12-04</dcterms:modified>  
<dc:type rdf:resource="http://dublincore.org/usage/documents/principles/#element">  
<dcterms:hasVersion rdf:resource="http://dublincore.org/usage/terms/history/#title">  
</rdf:Property>
```

# OWL

- Um Welten zu beschreiben, reicht auch RDF-Schema nicht aus.
- Die *Web Ontology Language* OWL fügt RDF-Schema ein Meta-Level hinzu:
  - Mathematische Konstruktion neuer Klassen

# OWL

- Um Welten zu beschreiben, reicht auch RDF-Schema nicht aus.
- Die *Web Ontology Language* OWL fügt RDF-Schema ein Meta-Level hinzu:
  - Mathematische Konstruktion neuer Klassen

# OWL

- Um Welten zu beschreiben, reicht auch RDF-Schema nicht aus.
- Die *Web Ontology Language* OWL fügt RDF-Schema ein Meta-Level hinzu:
  - Mathematische Konstruktion neuer Klassen

- Um Welten zu beschreiben, reicht auch RDF-Schema nicht aus.
- Die *Web Ontology Language* OWL fügt RDF-Schema ein Meta-Level hinzu:
  - Mathematische Konstruktion neuer Klassen
    - Aufzählung der Instanzen
    - Durchschnitt und Vereinigung mit anderen Klassen
    - Kardinalitäten und Komplementäroperationen

- Um Welten zu beschreiben, reicht auch RDF-Schema nicht aus.
- Die *Web Ontology Language* OWL fügt RDF-Schema ein Meta-Level hinzu:
  - Mathematische Konstruktion neuer Klassen
    - Aufzählung der Instanzen
    - Durchschnitt und Vereinigung mit anderen Klassen
    - Kardinalitäten und Komplementäroperationen

- Um Welten zu beschreiben, reicht auch RDF-Schema nicht aus.
- Die *Web Ontology Language* OWL fügt RDF-Schema ein Meta-Level hinzu:
  - Mathematische Konstruktion neuer Klassen
    - Aufzählung der Instanzen
    - Durchschnitt und Vereinigung mit anderen Klassen
    - Kardinalitäten und Komplementäroperationen

# OWL

- Um Welten zu beschreiben, reicht auch RDF-Schema nicht aus.
- Die *Web Ontology Language* OWL fügt RDF-Schema ein Meta-Level hinzu:
  - Mathematische Konstruktion neuer Klassen
  - ausserdem kann das Verhalten von Eigenschaften festgelegt werden:
    - $p$  kann transitiv oder symmetrisch sein:  
 $(apb), (bpc) \Rightarrow (apc)$   
 $(apb) \Rightarrow (bpa)$
    - $p$  kann zu  $q$  invers sein:  
 $(apb) \Rightarrow (bqa)$
    - $p$  kann rechtseindeutig (*funktional*) oder linkseindeutig (*invers funktional*) sein:  
 $(apb), (apc) \Rightarrow b = c$   
 $(apb), (cpb) \Rightarrow a = c$

- Um Welten zu beschreiben, reicht auch RDF-Schema nicht aus.
- Die *Web Ontology Language* OWL fügt RDF-Schema ein Meta-Level hinzu:
  - Mathematische Konstruktion neuer Klassen
  - ausserdem kann das Verhalten von Eigenschaften festgelegt werden:
    - $p$  kann transitiv oder symmetrisch sein:  
 $(apb), (bpc) \Rightarrow (apc)$   
 $(apb) \Rightarrow (bpa)$
    - $p$  kann zu  $q$  invers sein:  
 $(apb) \Rightarrow (bqa)$
    - $p$  kann rechtseindeutig (*funktional*) oder linkseindeutig (*invers funktional*) sein:  
 $(apb), (apc) \Rightarrow b = c$   
 $(apb), (cpb) \Rightarrow a = c$

- Um Welten zu beschreiben, reicht auch RDF-Schema nicht aus.
- Die *Web Ontology Language* OWL fügt RDF-Schema ein Meta-Level hinzu:
  - Mathematische Konstruktion neuer Klassen
  - ausserdem kann das Verhalten von Eigenschaften festgelegt werden:
    - $p$  kann transitiv oder symmetrisch sein:  
 $(apb), (bpc) \Rightarrow (apc)$   
 $(apb) \Rightarrow (bpa)$
    - $p$  kann zu  $q$  invers sein:  
 $(apb) \Rightarrow (bqa)$
    - $p$  kann rechtseindeutig (*funktional*) oder linkseindeutig (*invers funktional*) sein:  
 $(apb), (apc) \Rightarrow b = c$   
 $(apb), (cpb) \Rightarrow a = c$

- Um Welten zu beschreiben, reicht auch RDF-Schema nicht aus.
- Die *Web Ontology Language* OWL fügt RDF-Schema ein Meta-Level hinzu:
  - Mathematische Konstruktion neuer Klassen
  - ausserdem kann das Verhalten von Eigenschaften festgelegt werden:
    - $p$  kann transitiv oder symmetrisch sein:  
 $(apb), (bpc) \Rightarrow (apc)$   
 $(apb) \Rightarrow (bpa)$
    - $p$  kann zu  $q$  invers sein:  
 $(apb) \Rightarrow (bqa)$
    - $p$  kann rechtseindeutig (*funktional*) oder linkseindeutig (*invers funktional*) sein:  
 $(apb), (apc) \Rightarrow b = c$   
 $(apb), (cpb) \Rightarrow a = c$

# OWL

- Um Welten zu beschreiben, reicht auch RDF-Schema nicht aus.
- Die *Web Ontology Language* OWL fügt RDF-Schema ein Meta-Level hinzu:
  - Mathematische Konstruktion neuer Klassen
  - ausserdem kann das Verhalten von Eigenschaften festgelegt werden:
    - $p$  kann transitiv oder symmetrisch sein:  
 $(apb), (bpc) \Rightarrow (apc)$   
 $(apb) \Rightarrow (bpa)$
    - $p$  kann zu  $q$  invers sein:  
 $(apb) \Rightarrow (bqa)$
    - $p$  kann rechtseindeutig (*funktional*) oder linkeindeutig (*invers funktional*) sein:  
 $(apb), (apc) \Rightarrow b = c$   
 $(apb), (cpb) \Rightarrow a = c$
- Beispiele siehe <http://www.schemaweb.info/> - *Beer Ontology*

# Zusammenfassung

- Für den Zugriff durch Agenten braucht das Semantic Web **normierte Strukturen**.
- **RDF, RDF-Schema, OWL** und ihre Implementationen und Erweiterungen bieten diese Strukturierungsmöglichkeiten.
- Und wo bleibt das Semantic Web?
  - Das aktuelle Web *ist* das Semantic Web in rudimentärer Form, *Dublin Core, RSS, FOAF, XMP, bibsonomy, SKOS, ...* implementieren Inseln.
  - Die Techniken erlauben, dass diese Inseln zusammenwachsen.
  - Bessere Werkzeuge (*Webeditoren, ...*) sind nötig!

# Zusammenfassung

- Für den Zugriff durch Agenten braucht das Semantic Web **normierte Strukturen**.
- **RDF, RDF-Schema, OWL** und ihre Implementationen und Erweiterungen bieten diese Strukturierungsmöglichkeiten.
- Und wo bleibt das Semantic Web?
  - Das aktuelle Web *ist* das Semantic Web in rudimentärer Form, *Dublin Core, RSS, FOAF, XMP, bibsonomy, SKOS, ...* implementieren Inseln.
  - Die Techniken erlauben, dass diese Inseln zusammenwachsen.
  - Bessere Werkzeuge (*Webeditoren, ...*) sind nötig!

# Zusammenfassung

- Für den Zugriff durch Agenten braucht das Semantic Web **normierte Strukturen**.
- **RDF, RDF-Schema, OWL** und ihre Implementationen und Erweiterungen bieten diese Strukturierungsmöglichkeiten.
- **Und wo bleibt das Semantic Web?**
  - Das aktuelle Web *ist* das Semantic Web in rudimentärer Form, *Dublin Core, RSS, FOAF, XMP, bibsonomy, SKOS, ...* implementieren Inseln.
  - Die Techniken erlauben, dass diese Inseln zusammenwachsen.
  - Bessere Werkzeuge (*Webeditoren, ...*) sind nötig!

# Zusammenfassung

- Für den Zugriff durch Agenten braucht das Semantic Web **normierte Strukturen**.
- **RDF, RDF-Schema, OWL** und ihre Implementationen und Erweiterungen bieten diese Strukturierungsmöglichkeiten.
- Und wo bleibt das Semantic Web?
  - Das aktuelle Web *ist* das Semantic Web in rudimentärer Form, *Dublin Core, RSS, FOAF, XMP, bibsonomy, SKOS, ...* implementieren Inseln.
  - Die Techniken erlauben, dass diese Inseln zusammenwachsen.
  - Bessere Werkzeuge (*Webeditoren, ...*) sind nötig!

# Zusammenfassung

- Für den Zugriff durch Agenten braucht das Semantic Web **normierte Strukturen**.
- **RDF, RDF-Schema, OWL** und ihre Implementationen und Erweiterungen bieten diese Strukturierungsmöglichkeiten.
- Und wo bleibt das Semantic Web?
  - Das aktuelle Web *ist* das Semantic Web in rudimentärer Form, *Dublin Core, RSS, FOAF, XMP, bibsonomy, SKOS, ...* implementieren Inseln.
  - Die Techniken erlauben, dass diese Inseln zusammenwachsen.
  - Bessere Werkzeuge (*Webeditoren, ...*) sind nötig!

# Zusammenfassung

- Für den Zugriff durch Agenten braucht das Semantic Web **normierte Strukturen**.
- **RDF, RDF-Schema, OWL** und ihre Implementationen und Erweiterungen bieten diese Strukturierungsmöglichkeiten.
- Und wo bleibt das Semantic Web?
  - Das aktuelle Web *ist* das Semantic Web in rudimentärer Form, *Dublin Core, RSS, FOAF, XMP, bibsonomy, SKOS, ...* implementieren Inseln.
  - Die Techniken erlauben, dass diese Inseln zusammenwachsen.
  - Bessere Werkzeuge (*Webeditoren, ...*) sind nötig!