



Forschungszentrum
Informatik



Universität
Karlsruhe (TH)

Ontologien und das „Semantic Web“

P. Tomczyk

Problem: Softwareentwicklung



Welche Auswirkungen auf die IT hätte die Erweiterung unserer Auffassung vom Kunden um die Eigenschaft „Vertrauenswürdigkeit“?

?

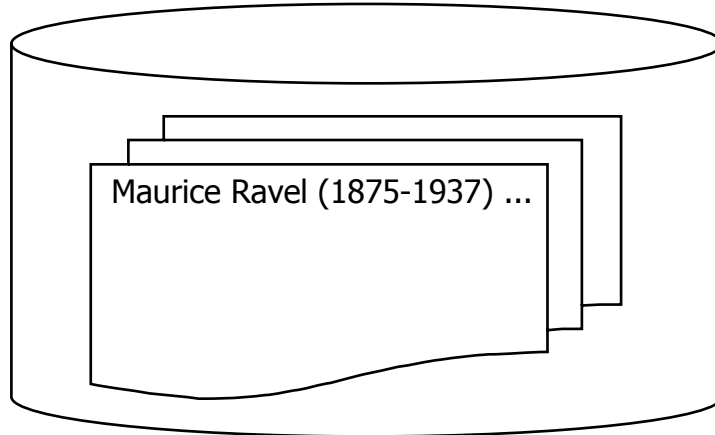
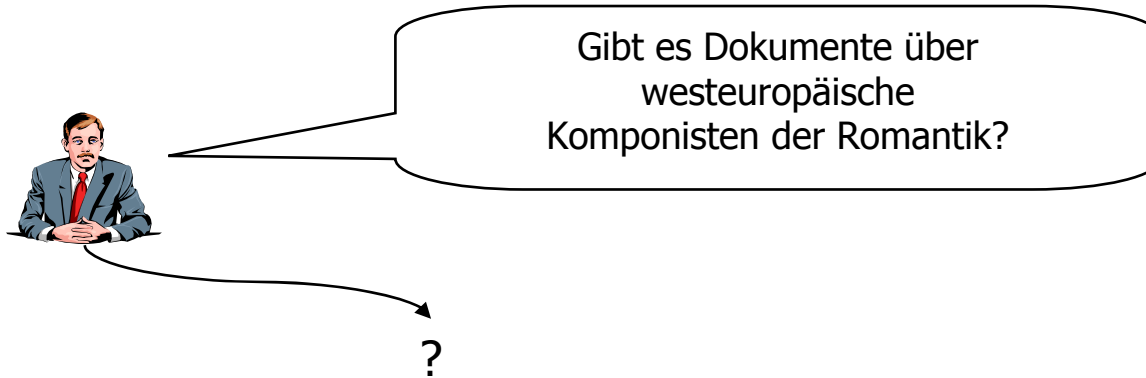
?

```
class ProductBean {  
...  
}  
class OrderBean {  
...  
}  
class CustomerBean {  
...  
}
```

```
class ProductVO {  
...  
}  
class OrderVO {  
...  
}  
class CustomerVO {  
...  
}
```

```
<xs:simpleType>  
<xs:simpleType>  
<xs:complexType  
name=„Käufer“>  
...  
</xs:complexType>
```

Problem: Informationssuche

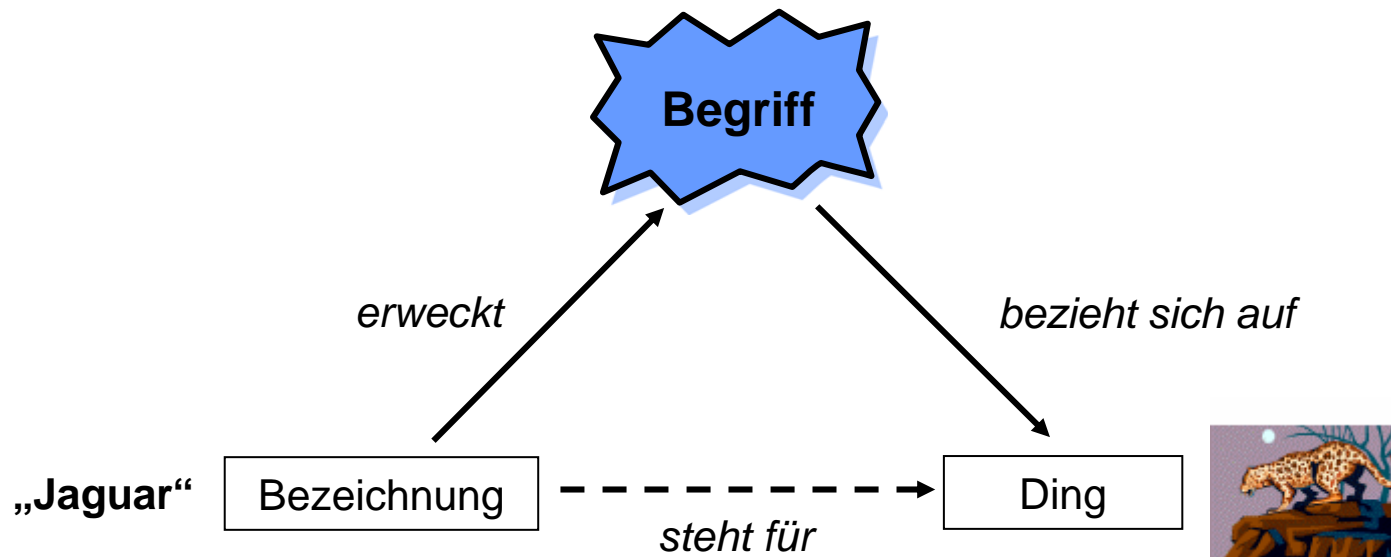


Probleme:

- Anfragen mit Begriffen auf einem höheren Abstraktionsniveau als die Daten
- Anfragen, deren Beantwortung Hintergrundwissen verlangt
- > Die Relevanz eines Dokuments lässt sich häufig nicht anhand der darin vorkommenden Worte bestimmen.

„Bezeichnungen“ und „Dinge“

- Zeichen und Dinge der realen Welt stehen lediglich in einer indirekten Beziehung
- Dabei besteht das Problem der Begriffsbildung



Das semiotische Bedeutungs-dreieck

■ Ontologien

- Der Begriff „Ontologie“
- Kodierung von Ontologien
- Beispielhafte Anwendungen
- Formale Ontologien und ihr Nutzen

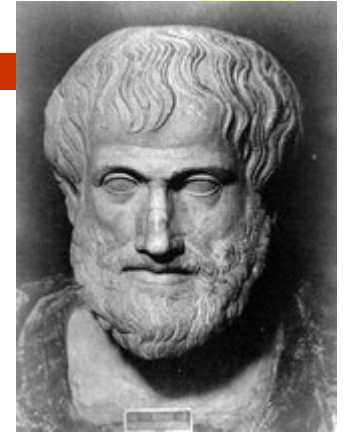
■ „Semantic Web“

- „Semantic Web“ als eine Vision
- Beispielhafte Szenarien

Der Begriff „Ontologie“



„Ontologie“ in der Philosophie



- Der Begriff „Ontologie“ stammt ursprünglich aus der Philosophie
 - Die Lehre vom Sein und seinen Kategorien
 - aus dem Griechischen *όν* als Partizip zu *ειναι* - *sein* und aus *λόγος* - *Lehre/Wort*
- Ihre Wurzeln gehen auf Aristoteles zurück
- Ontologie gilt als ein Teil der Metaphysik (z.B. Systematik nach Christian Wolff)
- Moderne Ontologie = analytische Ontologie
 - Nikolai Hartmann (1842-1906)
 - Alfred North Whitehead (1861-1947)



„Ontologie“ in der Philosophie

- Typische Fragestellungen moderner Ontologie als Teilgebiet der Philosophie:
 - Was macht die Identität eines Objekts aus?
 - Wann hören Objekte auf zu existieren, und wann verändern sie sich?

"Werden in diesem Schiff nach und nach alle Planken durch neue ersetzt, dann ist es numerisch dasselbe Schiff geblieben; hätte aber jemand die herausgenommenen alten Planken aufbewahrt und sie schließlich sämtlich in gleicher Richtung wieder zusammengefügt und aus ihnen ein Schiff gebaut, so wäre ohne Zweifel auch dieses Schiff numerisch dasselbe Schiff wie das ursprüngliche. Wir hätten dann zwei numerisch identische Schiffe, was absurd ist."

In: T. Hobbes, Grundzüge der Philosophie. Erster Teil. Lehre vom Körper.
Zitiert aus der Wikipedia.

„Ontologie“ in der Informatik

- Die Künstliche Intelligenz übernahm den Begriff „Ontologie“ mit einer neuen Bedeutung
- Definitionen:
 - *„An ontology is an explicit specification of a conceptualization“*
 - T. R. Gruber. A translation approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition*, 5(2):199-220, 1993.
 - Diskussion z.B. in Michael Uschold, Michael Grüninger: *Ontologies and Semantics for Seamless Connectivity*. SIGMOD Record 33(4): 58-64 (2004)
 - *„An ontology is a shared understanding of some domain of interest“*
 - M. Uschold and M. Gruninger, "Ontologies: Principles, Methods, and Applications," *The Knowledge Engineering Review*, vol. 11, no. 2, 1996.

„Ontologie“ in der Informatik

- Eine Ontologie ist eine Beschreibung ...
 - der Arten von **Objekten**, **Objekteigenschaften** und **Objektbeziehungen** sowie
 - der **Gesetzmäßigkeiten**in einem Ausschnitt der Welt.

- Bestandteile einer Ontologie:
 - **Bezeichnungen** für die betrachteten "Dinge" (Vokabular)
 - aufeinander aufbauende **Definitionen** dieser Bezeichnungen
 - **Axiome** (Gesetzmäßigkeiten, die ohne Beweis wahr sind)

Kodierung von Ontologien



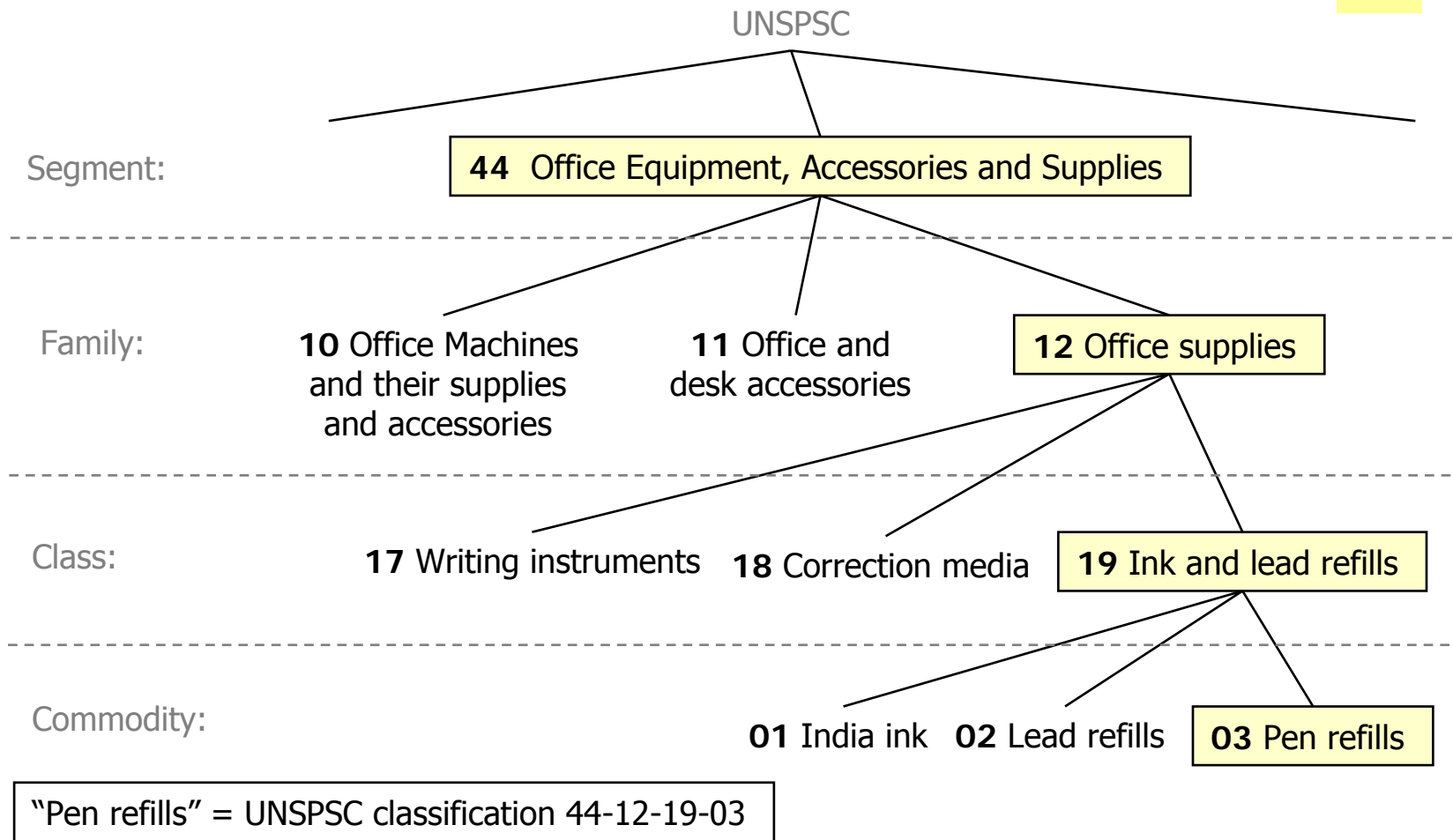
Kontrollierte Vokabulare

Language Code nach ISO 639 (Liste/Auswahl)

Sprache	ISO 639-1	ISO 639-2
Abchasisch	ab	abk
Afar	aa	aar
Afrikaans	af	afr
Akan	ak	aka
Albanisch	sq	alb/sqi
Altkirchenslawisch	cu	chu
Amharisch	am	amh
Anishinabe	oj	oji
Arabisch	ar	ara
Aragonesisch	an	arg
Armenisch	hy	hye/arm
Assamesisch/Assami	as	asm
Aserbaidshanisch	az	aze
Avestisch	ae	ave
(Neu-)Awarisch	av	ava


Name des Landes	ISO 3166			TLD	IOC
	ALPHA-2	ALPHA-3	numerisch		
Afghanistan	AF	AFG	004	.af	AFG
Ägypten	EG	EGY	818	.eg	EGY
Åland	AX ¹	ALA	248	.ax	
Albanien	AL	ALB	008	.al	ALB
Algerien	DZ	DZA	012		ALG
Amerikanisch-Ozeanien (US Minor Outlying Islands)	UM	UMI	581	.um	
Amerikanisch-Samoa	AS	ASM	016	.as	ASA
Amerikanische Jungferninseln	VI	VIR	850	.vi	ISV
Andorra	AD	AND	020	.ad	AND
Angola	AO	AGO	024	.ao	ANG
Anguilla	AI	AIA	660	.ai	
Antarktis (Sonderstatus durch Antarktis-Vertrag)	AQ	ATA	010	.aq	
Antigua und Barbuda	AG	ATG	028	.ag	ANT

Kataloge und Verzeichnisstrukturen




Quelle: Why Coding and Classifying Products is Critical to Success in Electronic Commerce
(UNSPSC White Paper October 2001)

Enzyklopädien und Glossare




Synthesizer [\[Bearbeiten\]](#)

Am häufigsten wird als Synthesizer ein [Tasteninstrument](#) bezeichnet, das auf elektronischem Wege [Klänge](#) erzeugen kann. Synthesizer erzeugen dabei die Klänge durch direktes Erzeugen und Verändern von elektrischen Schwingungen (analoger Synthesizer) oder durch mathematische Operationen [diskreter Werte](#) (digitaler Synthesizer). Es kommen verschiedene [Synthesearten](#), auch in gemischter Form, zum Einsatz. Gebräuchlich sind zur Klangerzeugung die [additive](#), [subtraktive](#), bzw. [FM-Synthese](#), sowie das [Physical Modelling](#) und die




Tasteninstrument

Ein **Tasteninstrument** ist ein [Musikinstrument](#), bei dem der Instrumentalist Töne durch Anschlagen einer [Taste](#) indirekt erzeugt. Durch die Bewegung der Taste wird ein Mechanismus in Gang gesetzt, der dann die eigentliche Klangerzeugung hervorruft.



Navigation

- [Hauptseite](#)
- [Über Wikipedia](#)



Musikinstrument

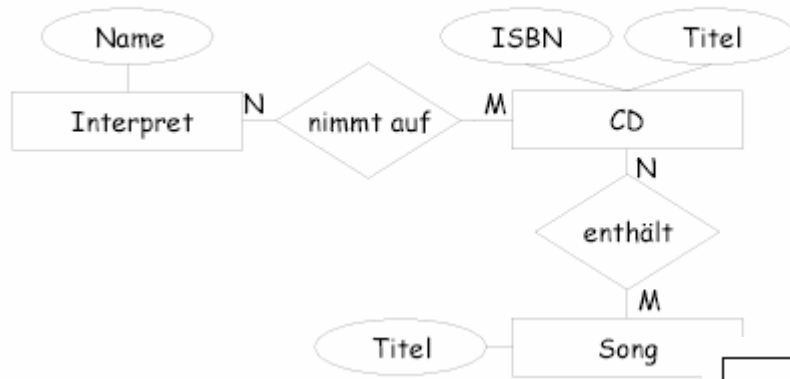
Ein **Musikinstrument** ist ein Gegenstand, der mit dem Ziel [konstruiert](#) oder verändert wurde, [Musik](#) zu erzeugen. Im Prinzip kann jeder Gegenstand, der [Töne](#) oder auch nur [Geräusche](#) hervorbringt, als Musikinstrument dienen, jedoch wird der Ausdruck normalerweise nur für solche Gegenstände verwendet, die zu diesem Zweck hergestellt oder verändert wurden.

Navigation

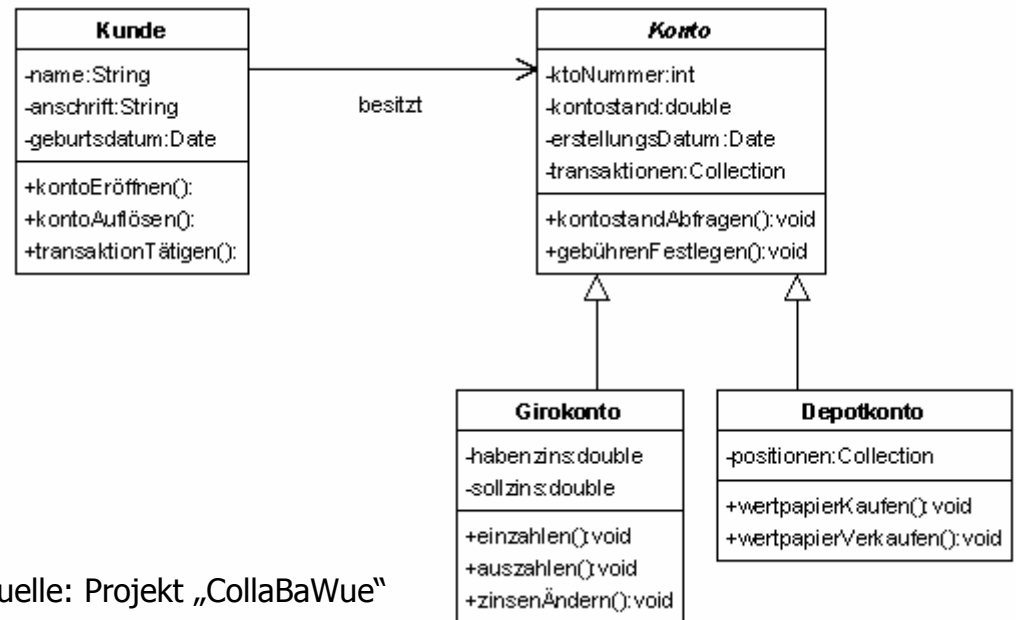
- [Hauptseite](#)
- [Über Wikipedia](#)

ER-Diagramme und UML-Modelle

- CDs (Titel, ISBN-Nummer) sind von bestimmten Interpreten (Name) und enthalten Songs (Titel).

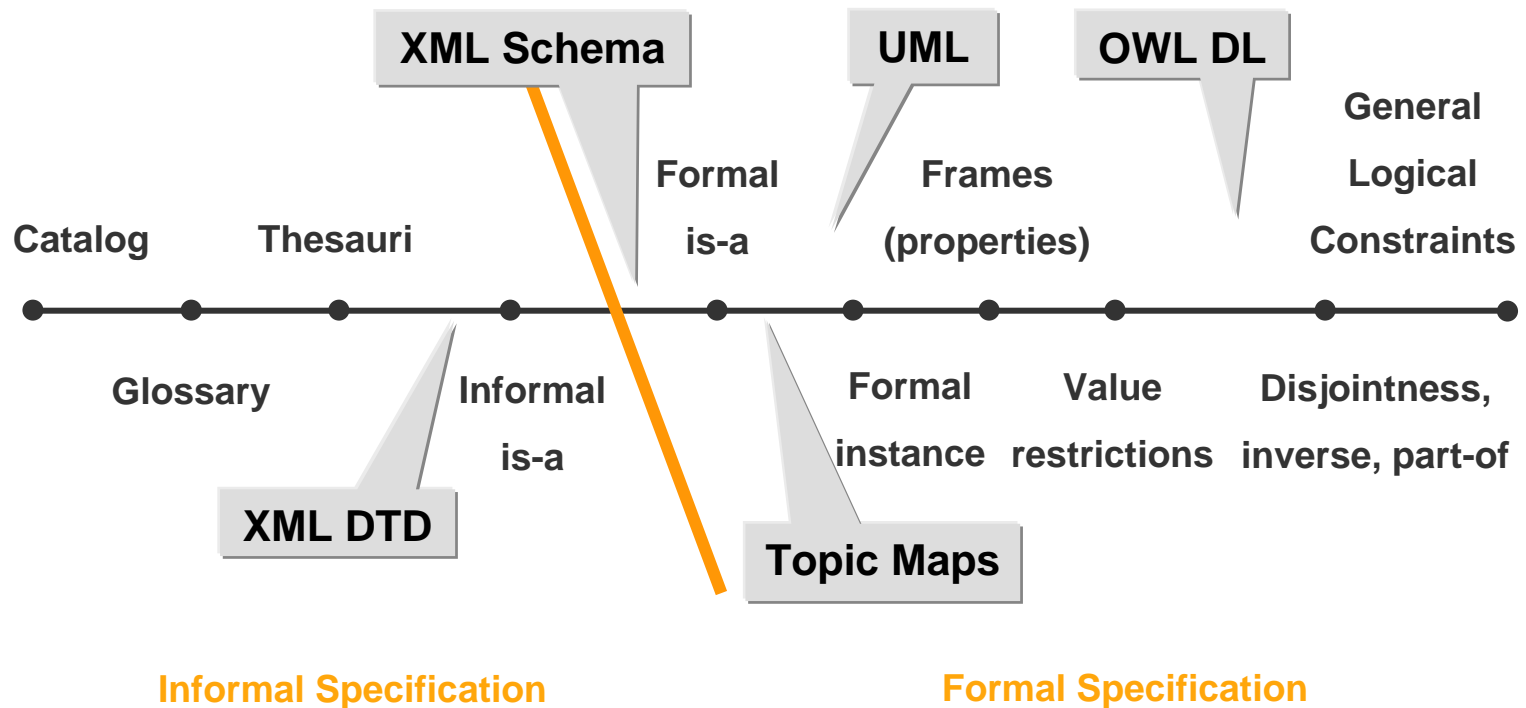


Quelle: <http://www.roro-seiten.de/>



Quelle: Projekt „CollaBaWue“

Ontologien im weitesten Sinne



Ontologien im engen Sinne



- Mittels einer *Ontologiesprache* kodiert
- Als eigenständige Einheit gemeinschaftlich nutzbar und wiederverwendbar
- Anwendungs- und technologieunabhängig

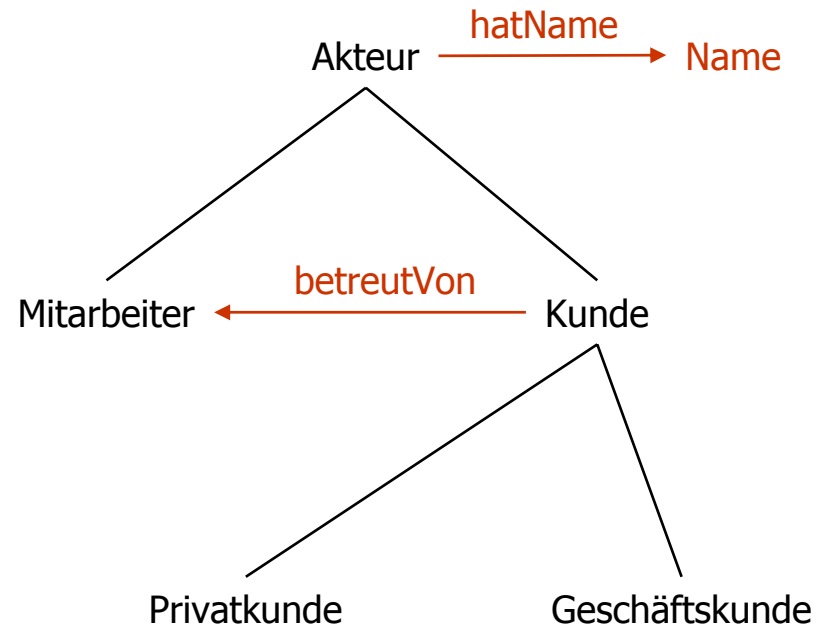
- Typische Konstrukte einer Ontologiesprache:
 - Definition von Klassen von Objekten
 - Akteur, Mitarbeiter, Kunde, ...
 - Definition von Klassenhierarchien
 - Mitarbeiter ist eine Unterklasse von Akteur
 - Definition von Objekteigenschaften und –beziehungen
 - Akteure haben Namen
 - Kunden werden von Mitarbeitern betreut
 - Definition von Beziehungshierarchien
 - Die Beziehung „eine Abteilung leiten“ ist eine Spezialisierung der Beziehung „ein Mitglied der Abteilung sein“
 - Definition weitergehender Gesetzmäßigkeiten
 - „wird geleitet von“ ist die Umkehrung von „leitet“

Eine (erfundene) Ontologiesprache

Ontologien	
Ontology(O, expression*)	Erklärt O zum Bezeichner der Ontologie. Ihr Inhalt ist eine Menge von Ausdrücken.
Klassen	
Class(C)	Erklärt C zum Bezeichner einer Klasse.
SubclassOf(C1,C2)	Alle direkten und indirekten Instanzen von C1 sind indirekte Instanzen von C2.
Datentypen	
Datatype(D,xsd)	Erklärt D zum Datentyp mit dem durch die XSD definierten Format.
Eigenschaften	
Attribute(A)	Erklärt A zum Bezeichner einer Eigenschaft.
AttributeDomain(A,C)	A ist anwendbar auf Instanzen von C.
AttributeRange(A,D)	Die Ausprägungen von A müssen zum Datentyp D gehören.
Beziehungen	
Relation(R)	Erklärt R zum Bezeichner einer Beziehung.
RelationDomain(R,C)	R ist anwendbar auf Instanzen von C.
RelationRange(R,C)	Die Ausprägungen von R müssen zur Klasse C gehören.
...	

Eine „Geschäftsontologie“

```
Ontology(BusinessOntology,  
  Class(Akteur)  
  Class(Mitarbeiter)  
  Class(Kunde)  
  Class(Privatkunde)  
  Class(Geschäftskunde)  
  
  SubclassOf(Mitarbeiter,Akteur)  
  SubclassOf(Kunde,Akteur)  
  SubclassOf(Privatkunde,Kunde)  
  SubclassOf(Geschäftskunde,Kunde)  
  
  Datatype(Name,a:NameType)  
  
  Attribute(hatName)  
  AttributeDomain(hatName,Akteur)  
  AttributeRange(hatName,Name)  
  
  Relation(betreutVon)  
  Relation(betreutVon,Kunde)  
  RelationDomain(betreutVon,Mitarbeiter)  
)
```



Ontologiesprachen im Überblick

- „Klassische“ Ontologiesprachen:
 - Ontolingua, CLASSIC, LOOM, OCML, FLogic, ...
- Ontologiesprachen fürs World Wide Web:
 - SHOE, XOL, DAML, OIL und DAML+OIL, ...
- Standards:
 - RDF Schema (W3C)
 - OWL (W3C)
 - TopicMaps (ISO/IEC 13250)

Anwendung und Nutzen von Ontologien



Problem: Softwareentwicklung



Welche Auswirkungen auf die IT hätte die Erweiterung unserer Auffassung vom Kunden um die Eigenschaft „Vertrauenswürdigkeit“?

?

?

```
class ProductBean {  
...  
}  
class OrderBean {  
...  
}  
class CustomerBean {  
...  
}
```

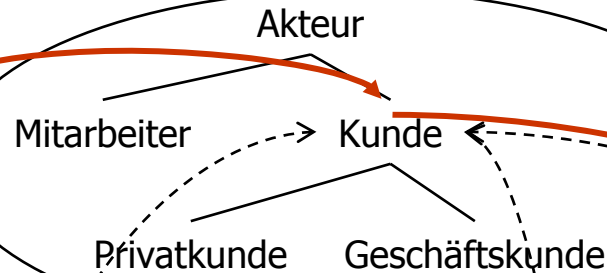
```
class ProductVO {  
...  
}  
class OrderVO {  
...  
}  
class CustomerVO {  
...  
}
```

```
<xs:simpleType>  
<xs:simpleType>  
<xs:complexType  
name=„Käufer“>  
...  
</xs:complexType>
```

Lösungsansatz



Die Verknüpfungen mit dem Begriff „Kunde“ beschreiben die Bedeutung der Java-/XML-Konstrukte in der Miniwelt des Unternehmens.

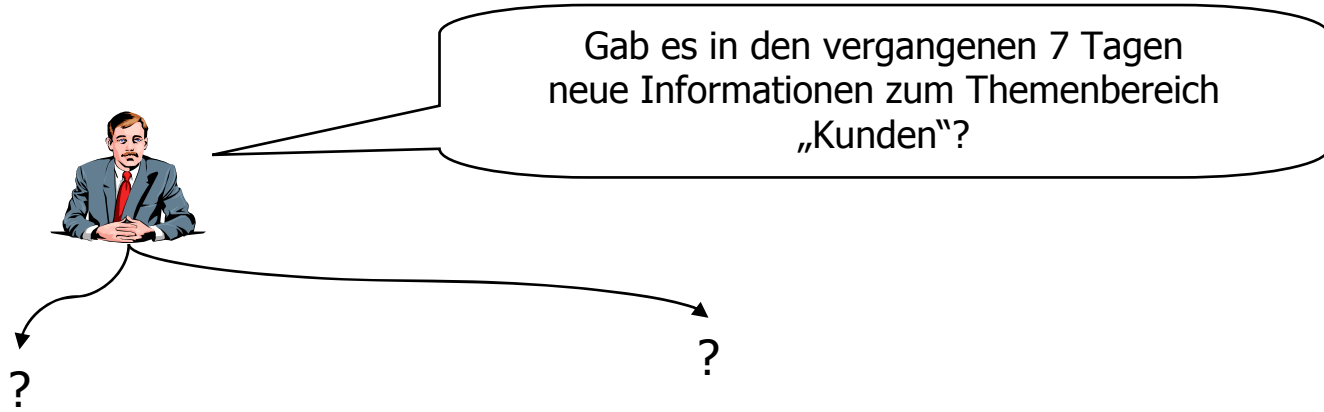


```
class ProductBean /
class OrderBean /
/**
 * @onto-ref Kunde
 */
class CustomerBean {
  ...
}
```

```
class ProductVO /
class OrderVO /
/**
 * @onto-ref Kunde
 */
class CustomerVO {
  ...
}
```

```
<xs:simpleType>
<xs:simpleType>
<xs:complexType
name=„Käufer“>
  <xs:appinfo>
    <onto ref=„Kunde“/>
  </xs:appinfo>
  ...
</xs:complexType>
```

Problem: Informationssuche



MS-Word-Dokument

Rabatte aktuell

In der KW3 gibt es 20% auf alles...

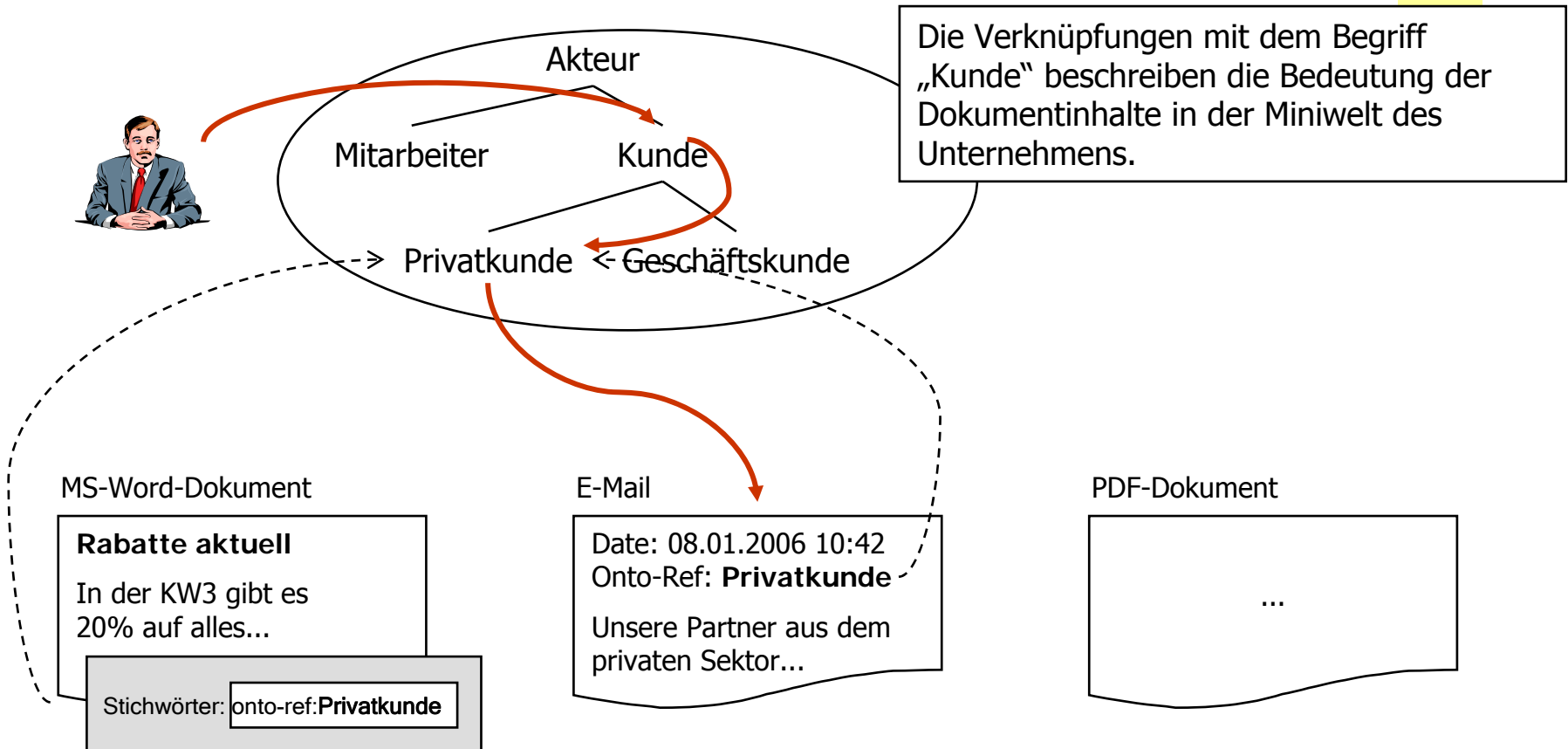
E-Mail

Unsere Partner aus dem privaten Sektor...

PDF-Dokument

...

Lösungsansatz



- Wir sahen:
 - diverse Technologien (Java, XML, HTML, Word etc.)
 - diverse Anwendungsszenarien (Softwareentwicklung vs. Informationssuche)
 - ...aber nur *eine* Ontologie.
- Eine Ontologie beschreibt, wie Menschen über eine Miniwelt denken, in einer möglichst *technologie- und anwendungsunabhängigen* Art und Weise.
- Ein wichtiger Unterschied etwa zu XML Schema oder relationalen Datenbankschemata!

Formale Ontologien am Beispiel der Beschreibungslogik



Mängel unserer bisherigen Lösung

- Die Bedeutung der Ausdrücke „SubclassOf“, „RelationRange“ etc. wurde bisher in natürlicher Sprache spezifiziert
 - ⇒ Interpretation/Umsetzung in Software nicht eindeutig
 - ⇒ Entscheidbarkeit nicht nachweisbar
 - ⇒ Komplexität nicht bestimmbar
- Idee: Mathematische Fundierung der Ontologiesprache

- Die Beschreibungslogik ist eine Familie formaler Sprachen zur Wissensrepräsentation
- Viele der Beschreibungslogiken sind eine entscheidbare Untermenge der Prädikatenlogik erster Stufe
- Wissensbasis in der Beschreibungslogik:
 - *Terminologie* (TBox)
 - Vokabular zur Bildung von Aussagen über eine Miniwelt
 - Allgemeingültige Gesetzmäßigkeiten in der Miniwelt
 - Menge von Aussagen über einen Zustand der Miniwelt (ABox)
- Die Terminologie entspricht also einer Ontologie.

Terminologien: Syntax

- Eine Terminologie \mathcal{T} ist eine Menge von *Axiomen*
 - Definitionen: $A \equiv C$ bzw. $P \equiv R$
 - Inklusionen: $C_1 \subseteq C_2$ bzw. $R_1 \subseteq R_2$
- A ist ein *Konzeptname*, P ist ein *Rollename*
 - Konzeptnamen: Mensch, Musikwerk, Komponist, ...
 - Rollennamen: hatKomponiert, vertrittStil, ...
- C sind *Konzeptterme*
 - $C \rightarrow A \mid T \mid \perp \mid C_1 \cap C_2 \mid C_1 \cup C_2 \mid \neg C \mid \forall R.C \mid \exists R.C \mid >n R \mid <n R \mid =n R \mid \{ o \}$
- R sind *Rollenterme*
 - $R \rightarrow P \mid R_1 \cap R_2 \mid R_1 \cup R_2 \mid \neg R \mid R^- \mid R^* \mid C_1 \times C_2$

o ist ein *Objektname*

Terminologien: Beispiel

Komponist \equiv Mensch \cap \exists hatKomponiert.Musikwerk
Musiker \equiv Mensch \cap \exists spielt.Musikinstrument
Künstler \equiv Komponist \cup Musiker
Musikstil \equiv { BAROCK, KLASSIK, ROMANTIK, MODERNE }

...

komponiertVon \equiv hatKomponiert-

...

Musikwerk \subseteq (=1 komponiertVon)

...

hatKomponiert \subseteq Mensch \times Musikwerk
spielt \subseteq Mensch \times Musikinstrument
vertrittStil \subseteq Komponist \times Musikstil

...

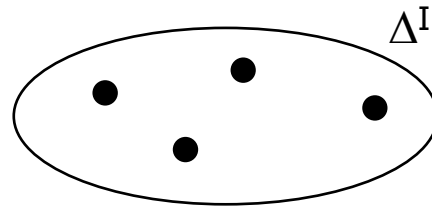
Mensch \cap Musikwerk $\subseteq \perp$

...

Musikinstrument \cap Musikstil $\subseteq \perp$

Terminologien: Formale Semantik

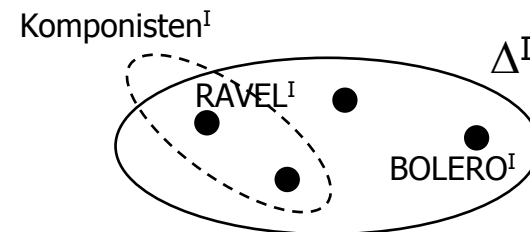
- Sei die Miniwelt, die wir in einer Terminologie \mathcal{T} betrachten, dargestellt durch eine nicht-leere Menge Δ^I , die *Domäne*.



- Die (formale) *Interpretation* einer Terminologie \mathcal{T} ist ein Tupel $I = (D^I, \cdot^I)$

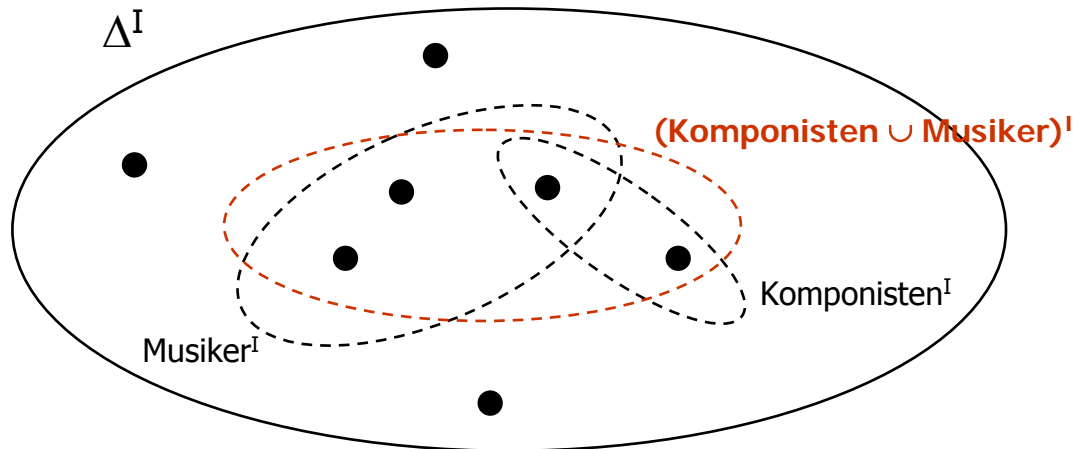
- \cdot^I ist die sog. *Interpretationsfunktion*:

- $\cdot^I: A \rightarrow A^I \subseteq D^I$
- $\cdot^I: P \rightarrow P^I \subseteq D^I \times D^I$
- $\cdot^I: o \rightarrow o^I \in D^I$



Terminologien: Semantik der Terme

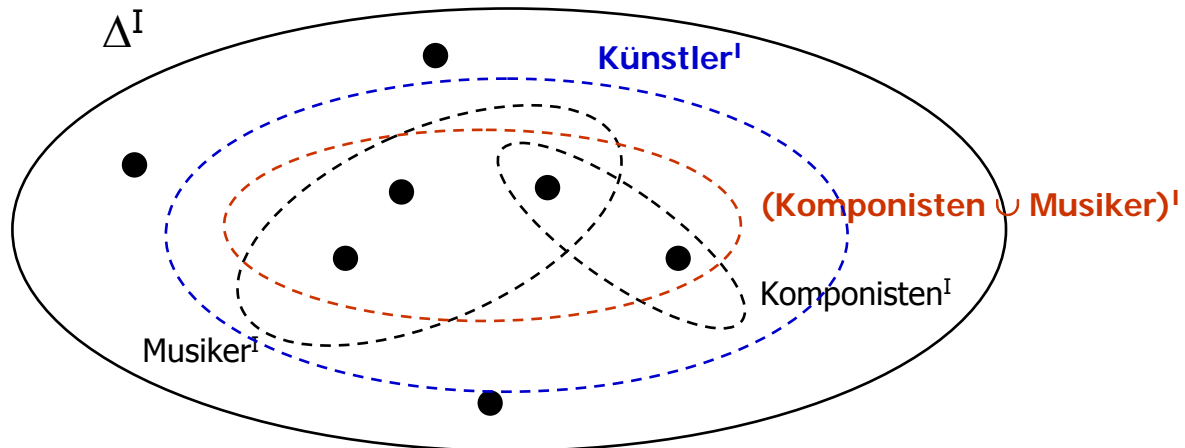
Konzeptterm	Semantik
\top	Δ^I
\perp	\emptyset
$C_1 \cap C_2$	$C_1^I \cap C_2^I$
$C_1 \cup C_2$	$C_1^I \cup C_2^I$
$\neg C$	$\Delta^I \setminus C^I$
$\exists R.C$	$\{ a \in \Delta^I \mid \exists b \in \Delta^I : (a,b) \in R^I \wedge b \in C^I \}$
$\forall R.C$	$\{ a \in \Delta^I \mid \forall b \in \Delta^I : (a,b) \in R^I \Rightarrow b \in C^I \}$
...	
Rollenterm	Semantik
$R_1 \cap R_2$	$R_1^I \cap R_2^I$
$R_1 \cup R_2$	$R_1^I \cup R_2^I$
$\neg R$	$\Delta^I \times \Delta^I \setminus R^I$
R^-	$\{ (b,a) \in \Delta^I \times \Delta^I \mid (a,b) \in R^I \}$
R^*	$\bigcup_{n \geq 0} (R^I)^n$
$C_1 \times C_2$	$C_1^I \times C_2^I$



Das Modell einer Terminologie

- Eine Interpretation $I = (\Delta^I, \cdot^I)$ erfüllt ein Axiom von \mathcal{T} ...
 - $A \equiv C$ gdw. $A^I = C^I$
 - $P \equiv R$ gdw. $P^I = R^I$
 - $C_1 \subseteq C_2$ gdw. $C_1^I \subseteq C_2^I$
 - $R_1 \subseteq R_2$ gdw. $R_1^I \subseteq R_2^I$
- I ist *Modell* von \mathcal{T} (kurz: $I \models \mathcal{T}$), falls I alle Axiome in \mathcal{T} erfüllt.

Axiom: $\text{Künstler} \equiv \text{Komponisten} \cup \text{Musiker}$



Anfragen an eine Terminologie

- Sei $M(\mathcal{T})$ die Menge aller Modelle von \mathcal{T} .
- Inklusion: $\mathcal{T} \models C_1 \subseteq C_2$?
 - Ist C_1 ein Unterkonzept von C_2 ?
 - $\mathcal{T} \models C_1 \subseteq C_2 \Leftrightarrow \forall I \in M(\mathcal{T}): C_1^I \subseteq C_2^I$
- Konsistenz: $\mathcal{T} \models C$?
 - Gibt es ein Modell von \mathcal{T} , in dem C nicht leer ist?
 - $\mathcal{T} \models C \Leftrightarrow \exists I \in M(\mathcal{T}): C^I \neq \emptyset$
- Die Anfragen sind substituierbar:
 - $\mathcal{T} \models C_1 \subseteq C_2 \Leftrightarrow \mathcal{T} \not\models C_1 \cap \neg C_2$

- $\mathcal{T} \models \text{Komponist} \subseteq \text{Musiker} ?$
 - Nein, in unserer Terminologie sind Komponisten nicht zwangsweise Musiker.
- $\mathcal{T} \models \text{Künstler} \subseteq \text{Mensch} ?$
 - Ja, in unserer Terminologie ist jeder Künstler zwangsweise ein Mensch.
- $\mathcal{T} \models \text{Musikwerk} \cap (>2 \text{ komponiertVon}) ?$
 - Nein, laut unserer Terminologie kann es kein Musikwerk mit mehr als zwei Autoren geben (Musikwerke haben bei uns stets genau einen Autor).

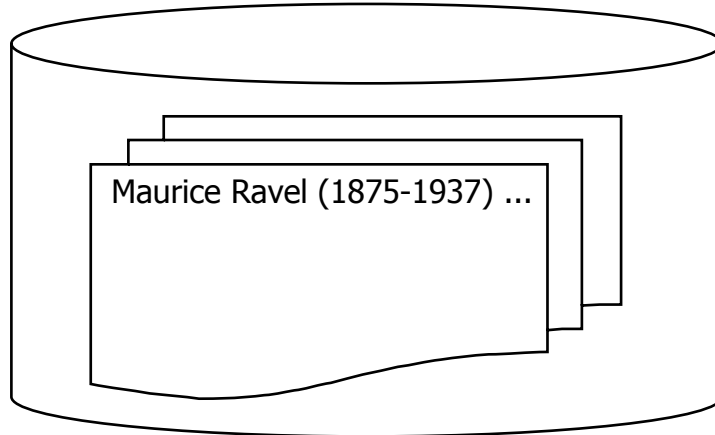
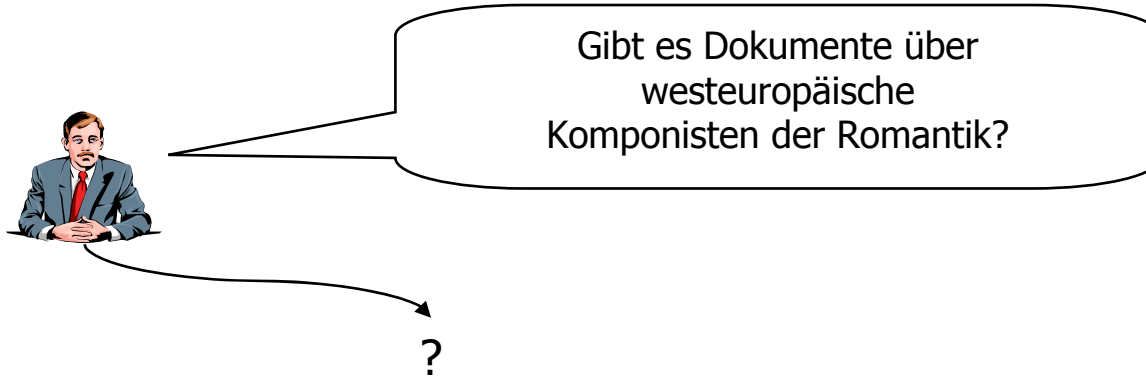
Terminologien: Tableau-Verfahren

- Tableau-Verfahren sind rein syntaktische Verfahren zur Berechnung der Antwort auf eine Anfrage
 - „Rein syntaktisch“ = Operationen, zur deren Durchführung kein Verständnis für die Bedeutung der Bezeichnungen nötig ist
 - $\mathcal{T} \vdash C_1 \subseteq C_2$ für $\mathcal{T} \models C_1 \subseteq C_2$
 - $\mathcal{T} \vdash C$ für $\mathcal{T} \models C$
- Für ein Tableau-Verfahren ist stets nachzuweisen:
 - Korrektheit: $\mathcal{T} \vdash C_1 \subseteq C_2 \Rightarrow \mathcal{T} \models C_1 \subseteq C_2$
 - Vollständigkeit: $\mathcal{T} \models C_1 \subseteq C_2 \Rightarrow \mathcal{T} \vdash C_1 \subseteq C_2$
 - Terminierung
- Ist der Beweis erbracht, so kann ein Rechner mittels der Tableaux logisch schließen, als ob „verstünde“ er unsere Definitionen.

Anwendung und Nutzen formaler Ontologien



Problem: Informationssuche (wieder mal)



Probleme:

- Anfragen mit Begriffen auf einem höheren Abstraktionsniveau als die Daten
- Anfragen, deren Beantwortung Hintergrundwissen verlangt
- > Die Relevanz eines Dokuments lässt sich häufig nicht anhand der darin vorkommenden Worte bestimmen.

Lösungsansatz: „Document Scopes“

- Erstelle eine Ontologie der Musik, in der die relevanten Begriffe wie „Komponist“, „Romantik“, „Westeuropäer“ etc. formal definiert sind.
- Beschreibe den Inhalt eines jeden Dokuments D mittels eines Konzepts C^D aus der Ontologie → „Document Scope“
- Formuliere eine Anfrage Q als ein Konzept C^Q aus der Ontologie → „Query Scope“
- Beachte:
 - $C^D \subseteq C^Q \rightarrow D$ behandelt ein Unterthema von Q
 - $C^Q \subseteq C^D \rightarrow D$ behandelt ein Oberthema von Q

Die Ontologie

```
Komponist ≡ Mensch ∩ ∃hatKomponiert.Musikwerk
Musikstil ≡ { BAROCK, KLASSIK, ROMANTIK, MODERNE }
Romantiker ≡ Komponist ∩ ∃vertrittStil.{ ROMANTIK }

Nationalität ≡ { FR, DE, SP, EN, RU, PL }
Westeuropäer ≡ Mensch ∩ ∃ hatNationalität.{ FR, DE, SP, EN }
Franzose ≡ Mensch ∩ ∃ hatNationalität.{ FR }

...

komponiertVon ≡ hatKomponiert-

...

hatKomponiert ⊆ Mensch × Musikwerk
vertrittStil ⊆ Komponist × Musikstil
hatNationalität ⊆ Mensch × Nationalität

...

Mensch ∩ Musikwerk ⊆ ⊥

...

{ BOLERO } ⊆ Musikwerk
{ RAVEL } ⊆ Mensch ∩ (∃hatKomponiert.{ BOLERO }) ∩
(∃hatNationalität.{ FR }) ∩ (∃vertrittStil.{ ROMANTIK })
```

Dokumente und Anfragen

■ Dokumente:

- $C^{D1} \equiv \{ \text{RAVEL} \}$
- $C^{D2} \equiv \text{Franzose} \cap \text{Romantiker}$
- $C^{D3} \equiv \text{Komponist} \cap \exists \text{hatNationalität.} \{ \text{DE} \}$
- $C^{D4} \equiv \text{Musikwerk} \cap \exists \text{komponiertVon. Westeuropäer}$

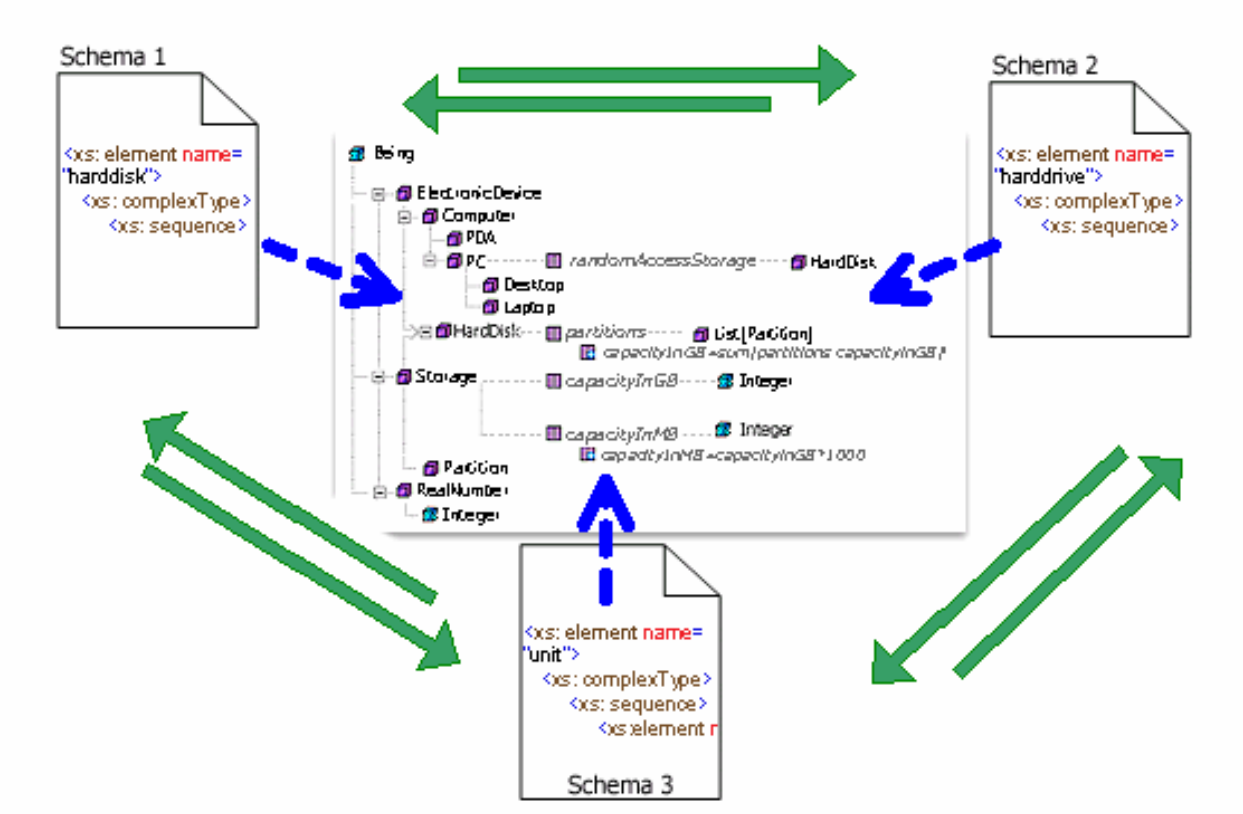
■ Anfrage:

- $C^Q \equiv \text{Romantiker} \cap \text{Westeuropäer}$
- Dokumente zum Unterthema:
 - $C^{D1} \subseteq C^Q, C^{D2} \subseteq C^Q$
- Dokumente zum Oberthema:
 - $C^Q \subseteq C^{D3}$

Anfragemodifikation

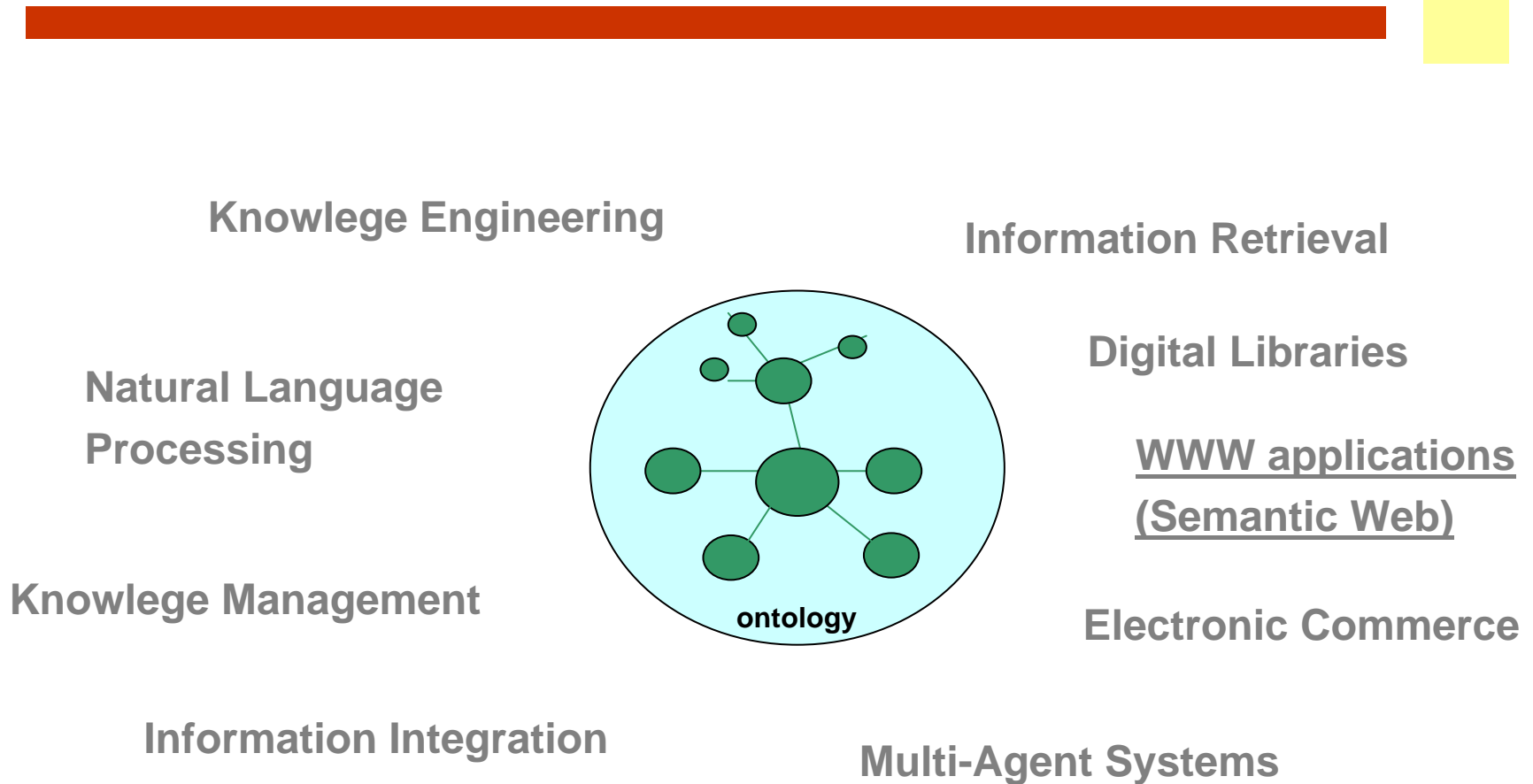
- Zu wenige Ergebnisse:
 - Ersetze die Begriffe in der Anfrage durch allgemeinere Begriffe
 - Zum Beispiel: Romantiker \subseteq Komponist
 - Romantiker \cap Westeuropäer \rightarrow Komponist \cap Westeuropäer
- Zu viele Ergebnisse:
 - Ersetze die Begriffe in der Anfrage durch speziellere Begriffe
 - Zum Beispiel: Franzose \subseteq Westeuropäer
 - Romantiker \cap Westeuropäer \rightarrow Romantiker \cap Franzose

„Semantic Hub“: Ontologiebasierte EAI



Joshua Fox (2002): „Generating XSLT with a Semantic Hub. Transformations for the Semantic Web“

Anwendungsgebiete von Ontologien



„Semantic Web“ (in kürzester Kürze)



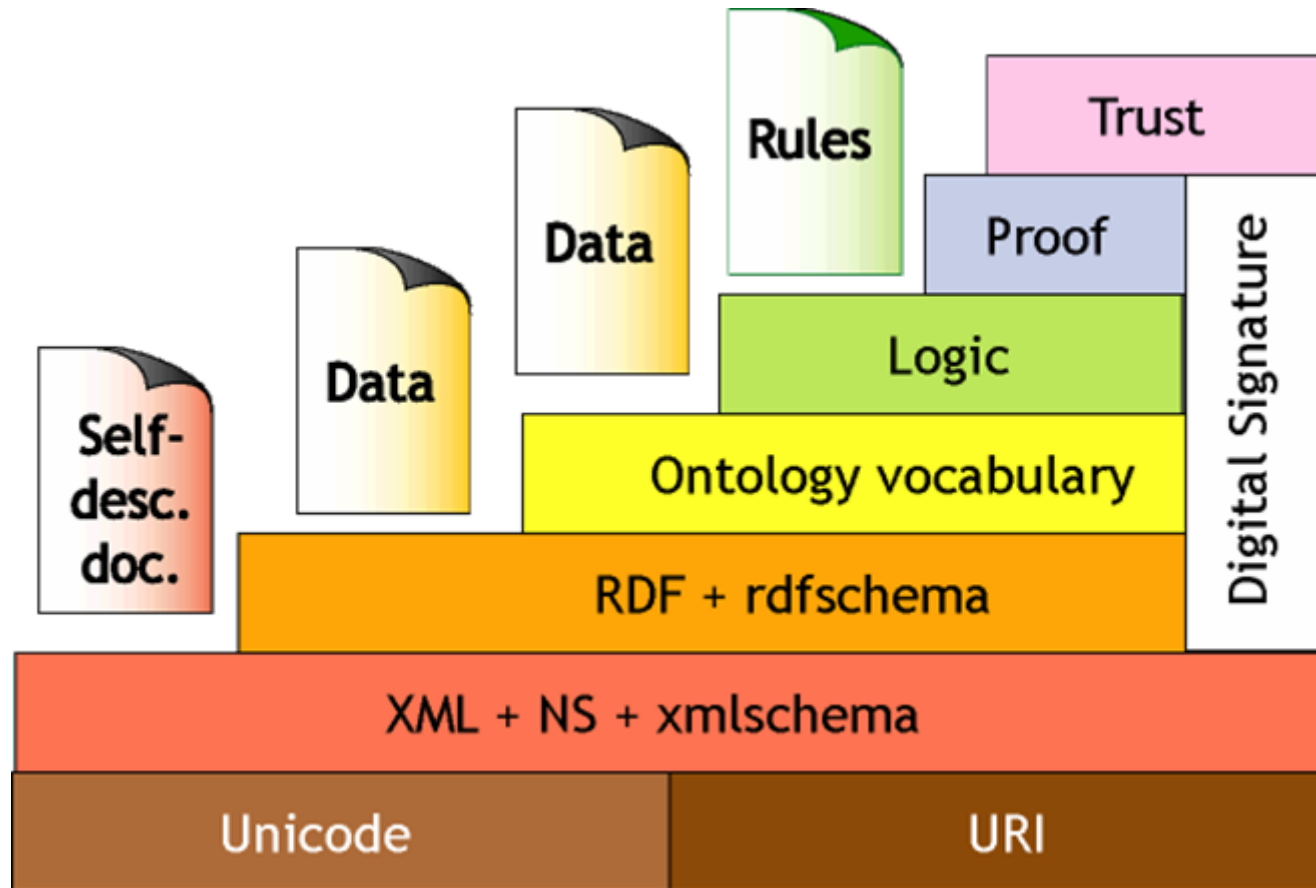
„Semantic Web“: Eine Vision

“The Semantic Web is a vision: the idea of having data on the Web defined and linked in a way that it can be used by machines not just for display purposes, but for automation, integration and reuse of data across various applications.” [W3C 2001]

“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 *et al.* 2001]



Technologien des „Semantic Web“



Quelle: T. Berners-Lee (1999)

Technologien des „Semantic Web“

■ Unified Resource Identifiers (URI) ...

- ermöglichen global gültige und eindeutige Bezeichnung von Objekten, Konzepten, Rollen:

- `http://www.musik.web/ontology#Komponist`
- `mailto:Peter.Tomczyk@fzi.de`

■ Die eXtensible Markup Language (XML) ...

- ermöglicht den Datenaustausch zwischen heterogenen Systemen.

■ Das „Resource Description Framework“ (RDF) ...

- ist eine einfache Sprache zur Kodierung von Aussagen über die Welt:

- `musik:Ravel musik:hatKomponiert musik:Bolero.`

Subjekt

Objekt

Prädikat

■ Ontologien ...

- definieren die Bedeutung der zur Bildung von (RDF-)Aussagen genutzten Begriffe.

Ontologien im „Semantic Web“:

Ideen

- Szenario „Informationssuche“
 - Autoren von Web-Dokumenten annotieren sie mittels der Konzepte einer geeigneten Ontologie.
 - Eine semantische Suchmaschine...
 - ermöglicht die Formulierung von Anfragen als ein C^Q ,
 - findet per $C^D \subseteq C^Q$ bzw. $C^Q \subseteq C^D$ passende Dokumente,
 - unterstützt den Benutzer bei der Anfrageumformulierung.
- Szenario „EAI“/„Semantic Hub“
 - Anbieter von WebServices annotieren die Elemente in den von ihnen verwendeten XML-Schema-Definitionen mit den Begriffen einer geeigneten Ontologie.
 - Ein „Hub“ übersetzt die ausgetauschten Nachrichten automatisch, sofern die WebServices in einer Choreographie unterschiedliche Schemata verwenden.

Fragen?

