

---

# Ontologie-Management

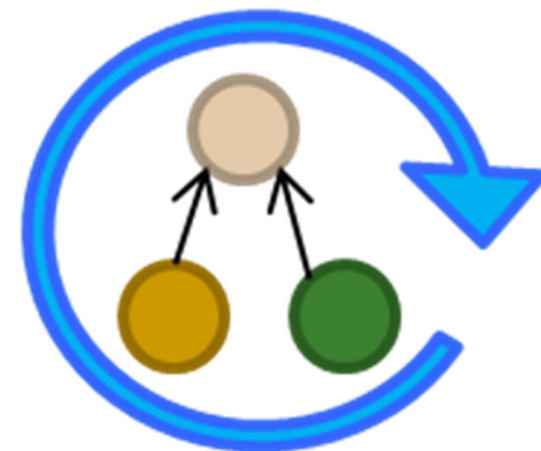
## *Kapitel 1: Einführung*

Dr. Michael Hartung

Wintersemester 2012/13

---

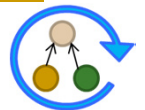
Universität Leipzig  
Institut für Informatik  
<http://dbs.uni-leipzig.de>



---

# Inhalt

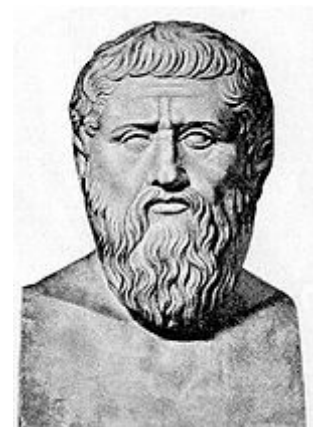
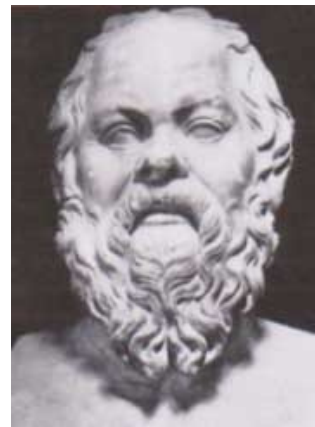
- Begriffsdefinition(en)
- Klassifikation von Ontologien
- Anwendungsgebiete
- Aspekte des Ontologie-Management



# Was ist (eine) Ontologie? (Philosophie)

- **Philosophie:** Die Ontologie ist eine philosophische Disziplin, die sich (primär) mit dem Sein, dem Seienden als solchem und mit den fundamentalen Typen von Entitäten beschäftigt.”
- Trennung zwischen
  - Konzept / Klasse (= Idee, Welt der Ideen)
  - Instanz (Objekte der realen Welt, “Schatten” der Ideen)
- Hierarchie der Ideen

*(Sokrates, Platon)*



# Was ist (eine) Ontologie? (Informatik)

“An ontology is an **explicit, formal specification of a shared conceptualization**. The term is borrowed from philosophy, where an ontology is a systematic account of Existence. For knowledge-based systems, what “exists” is exactly that which can be” represented. *(Thomas R. Gruber, 1993)*

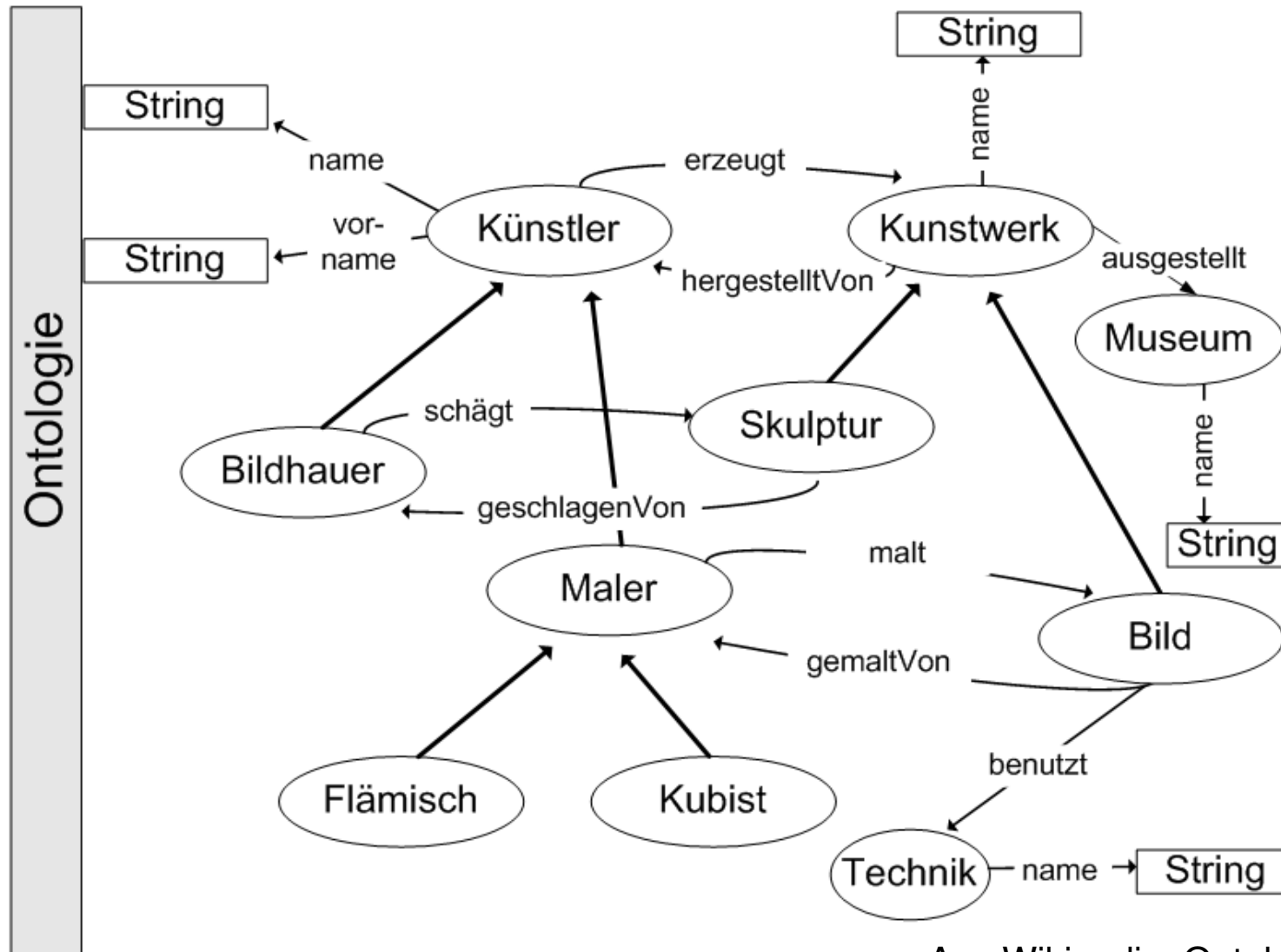


„explizite, formale Spezifikation einer gemeinsamen Konzeptualisierung“

- **Konzeptualisierung** abstraktes Modell (Domäne, identifizierte relevante Begriffe, Beziehungen)
- **Explizit** Bedeutungen aller Begriffe definiert
- **Formal** maschinenverstehbar
- **Gemeinsam** Konsens bzgl. Ontologie



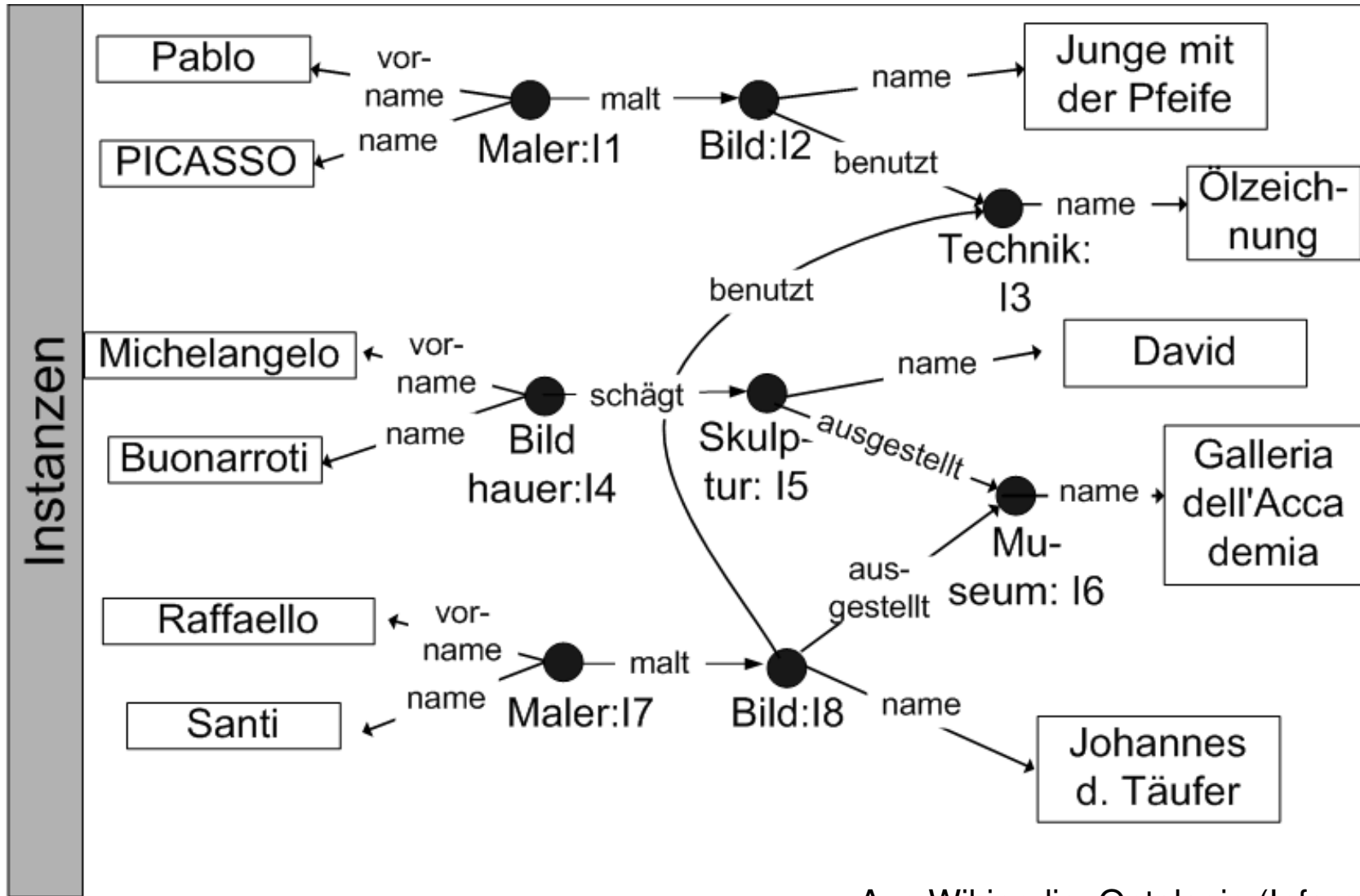
# Einfache Beispielontologie



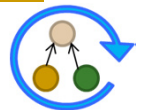
Aus Wikipedia: Ontologie (Informatik)



# Einfache Beispielontologie



Aus Wikipedia: Ontologie (Informatik)



# Ontologiemodell für Vorlesung

## ■ **Ontologie $O = (C, A, R)$**

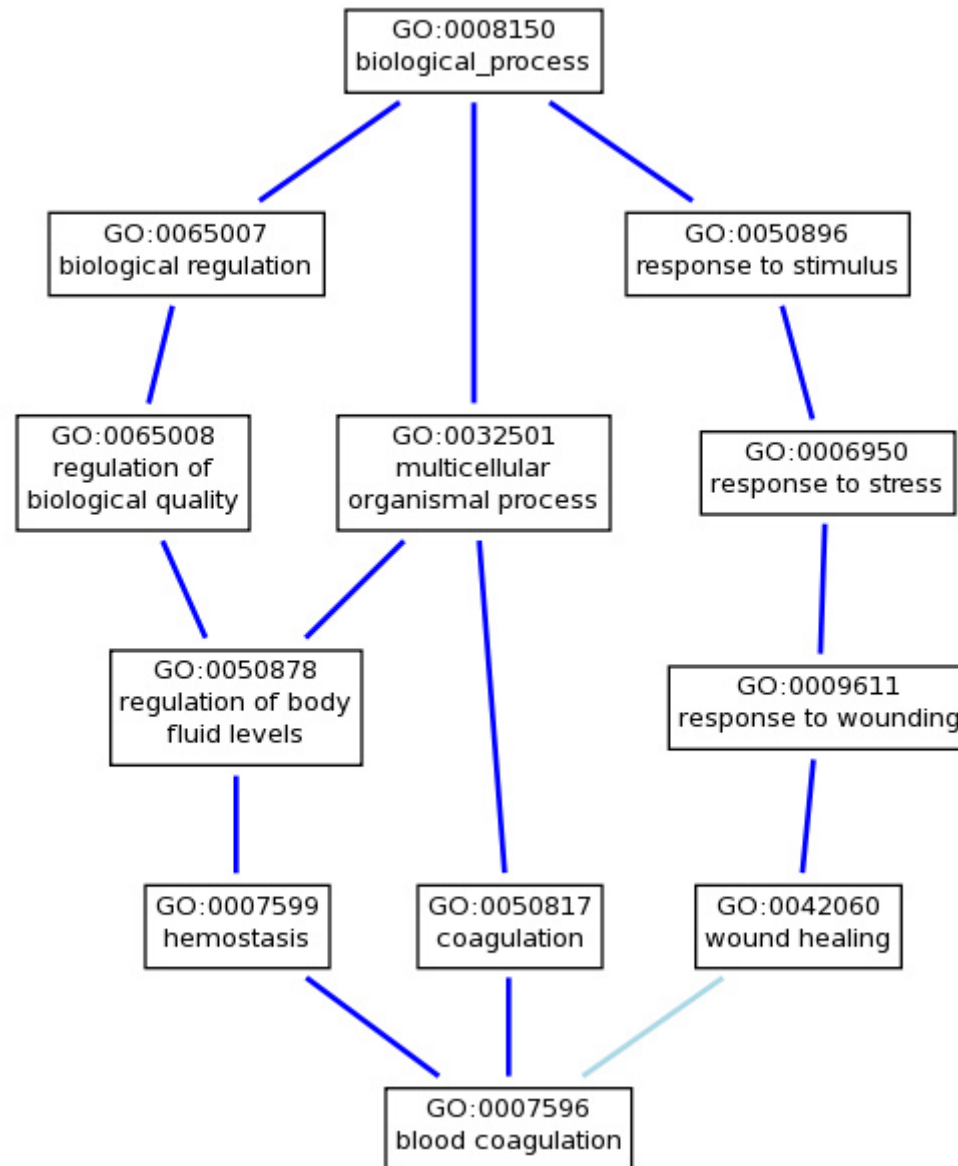
- Konzepte  $c \in C$  (Identifizierung über *accession number* / *URI*)
- Attribute  $a = (a_{concept}, a_{name}, a_{value}) \in A$  [ $a_{concept} \in C$ ]
- Relationen  $r = (r_{source}, r_{type}, r_{target}) \in R$  [ $r_{source}, r_{target} \in C$ ]

## ■ **Beispiel – Blutgerinnung in GO Biologische Prozesse (GO:0007596)**

- *name*: blood coagulation
- *synonym*: blood clotting
- *obsolete*: false
- *definition*: „The sequential process ...“
- *is\_a*: GO:0050817, GO:0007599
- *part\_of*: GO:0042060



# Ontologiemodell für Vorlesung





# Anwendungsgebiet e-Business

- Produktkataloge in Verkaufsplattformen



Alle Kategorien zum Thema Bücher

## Belletristik

Erstausgaben & sign. Bücher  
 Erotische Literatur  
 Fantasy  
 Frauenliteratur  
 Humor  
 Krimis & Thriller  
 Kurzgeschichten  
 Liebe & Romantik  
 Lyrik & Essays  
 Novellen  
 Unterhaltungsliteratur  
 Science-Fiction  
 Theater & Drehbücher  
 Weltliteratur & Klassiker  
 Zeitgenössische Literatur

## Reise & Regionales

Stadtführer  
 Deutschland  
 Europa  
 Afrika  
 Nord- & Südamerika  
 Asien mit Nahem Osten  
 Australien  
 Neuseeland & Südsee  
 Weltweit  
 Regionales  
 Reiseführer nach Themen

## Sachbücher & Ratgeber

Basteln  
 Beruf & Karriere  
 Bildbände

## FAHRRÄDER

SUPERGÜNSTIG ZU TOP PREISEN

## FAHRRADZUBEHÖR

TOPMARKEN ZU HAMMERPREISEN

## FAHRRADTEILE

ÜBER 40.000 ARTIKEL IM SORTIMENT

Sattelstützen

Sättel

Reifen & Schläuche

Pedale

Felgenbremsen & Zubehör

Scheibenbremsen & Zubehör

Rollenbremsen

Federgabeln

Starrgabeln

### ◀ Laufräder & Naben

MTB Laufradsätze

### ◀ Laufräder 26" MTB

Laufräder 28"

Laufräder 12" bis 24"

Laufräder & Sätze Road

Laufräder, Sonstige



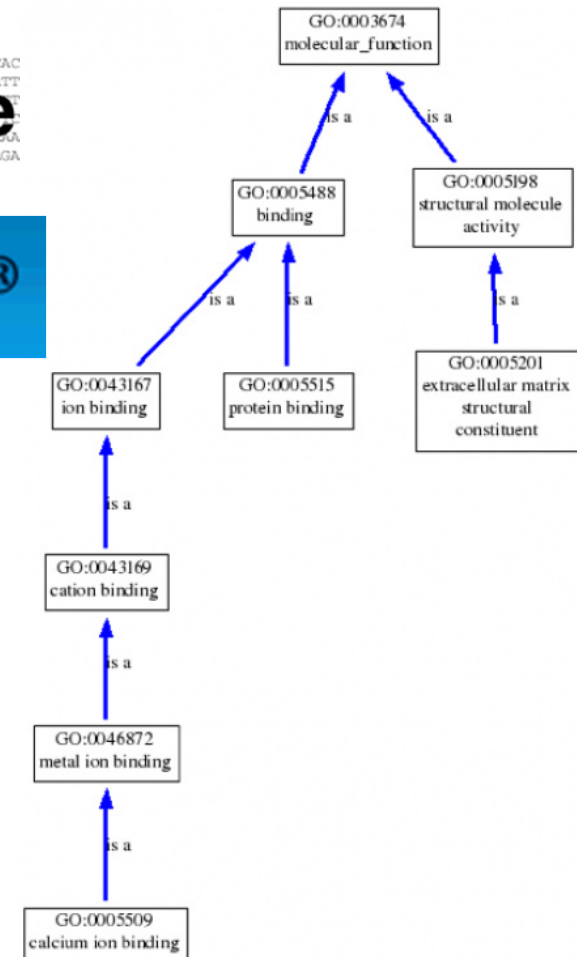
# Anwendungsgebiet: Wissenschaft

## Lebenswissenschaften



### NCI Thesaurus Hierarchy

- ⊕ Abnormal Cell
- ⊕ Activity
- ⊖ Anatomic Structure, System, or Substance
  - ⊖ Body Cavity
    - Abdominal Cavity
    - Cranial Cavity
    - Endometrial Cavity
    - Nasal Cavity
    - Oral Cavity
    - Orbit
    - Pelvis
    - Pericardial Cavity
    - Peritoneal Cavity
    - Pleural Cavity
    - Thoracic Cavity
  - ⊕ Body Fluid or Substance
  - ⊕ Body Part
  - ⊕ Body Region
  - ⊕ Embryologic Structure or System
  - ⊕ Microanatomic Structure
  - ⊕ Organ
  - ⊕ Organ System
  - ⊕ Other Anatomic Concept
  - ⊕ Tissue
- ⊕ Biochemical Pathway
- ⊕ Biological Process



# Anwendungsgebiet: Web

## ■ Webverzeichnisse

 open directory project

English | [Multilingual](#)

**[Computer](#)**  
Hardware, Netzwerk, Software, ...

**[Gesundheit](#)**  
Ernährung, Alternativ, ...

**[Kultur](#)**  
Film, Literatur, Musik, ...

**[Spiele](#)**  
Brett-, Computer-, Rollen-, ...

**[Wissen](#)**  
Abk., Bildung, Wörterbücher, ...

**[Regional](#)**  
[Deutschland](#), [Österreich](#), [Schweiz](#), [Europa](#), ...

**Werde Editor** Hilf das größte von Menschen...

Copyright 1999-2008 Netscape, ODP dmoz.de/

[Top](#): [World](#): [Deutsch](#): **Sport** (27,303)

- [Ballsport](#) (6,604)
- [Extremsport](#) (28)
- [Fitness@](#) (412)
- [Fliegen](#) (927)
- [Hockeysport](#) (191)
- [Kampfsport und Kampfkunst](#) (2,859)
- [Kegel- und Kugelsport](#) (442)
- [Kitesport](#) (34)
- [Klettern und Wandern](#) (837)
- [Kraftsport](#) (164)
- [Laufen](#) (742)
- [Leichtathletik](#) (202)
- [Produkte und Dienstleistungen](#) (52)
- [Reisen@](#) (59)
- [Veranstaltungen](#) (46)
- [Verbände](#) (244)
- [Aus- und Weiterbildung](#) (3)
- [Behinderte](#) (59)
- [Chats und Foren](#) (1)
- [Doping](#) (17)
- [Frauen](#) (0)
- [Gewinnspiele@](#) (21)
- [Humor@](#) (13)
- [Lesben, Schwule und Bisexuelle](#) (28)
- [Museen](#) (10)
- [Nachrichten und Medien](#) (13)
- [Mehrkampfsport](#) (169)
- [Motorsport](#) (1,310)
- [Radsport](#) (1,852)
- [Rollsport](#) (222)
- [Schießen](#) (1,761)
- [Tanzen](#) (351)
- [Tiersport](#) (2,245)
- [Turnen und Gymnastik](#) (554)
- [Wassersport](#) (3,808)
- [Wintersport](#) (1,095)
- [Wurfsport](#) (229)
- [Vereine](#) (5)
- [Verzeichnisse und Portale](#) (31)
- [Zeitschriften und Online-Magazine](#) (16)
- [Persönliche Seiten](#) (0)
- [Schulsport@](#) (15)
- [Senioren@](#) (3)
- [Sportler](#) (0)
- [Sportmedizin](#) (43)
- [Training](#) (3)
- [Transgender@](#) (1)
- [Weltrekorde@](#) (7)
- [Wissenschaft](#) (105)

Yahoo! Directory

### [Arts & Humanities](#)

[Photography](#), [History](#), [Literature](#)...

### [Business & Economy](#)

[Accounting](#), [Jobs](#)...

### [Internet](#)

[E-mail](#), [Web](#), [Games](#)...

[Distance Learning](#)...

### [It](#)

[Music](#), [Humor](#)...

[Law](#), [Taxes](#)...

[Business](#), [Nutrition](#)...

### [a](#)

[Weather](#), [Blogs](#)...

### [Sports](#)

[Baseball](#), [Outdoors](#)...

[Dictionaries](#), [Quotes](#)...

[U.S. States](#)...

[Earth Science](#)...

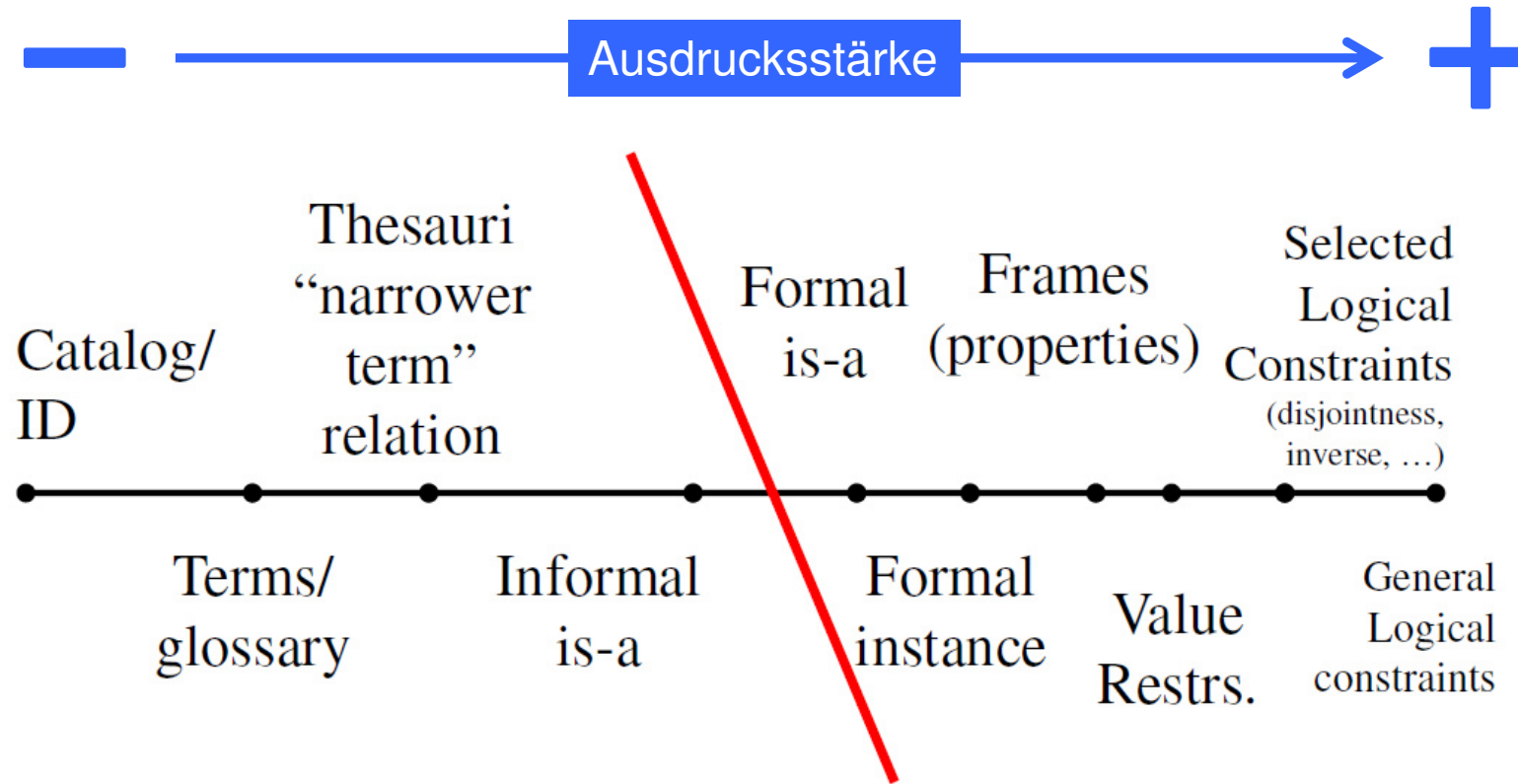
### [e](#)

[Biology](#), [Psychology](#)...

### [Iture](#)



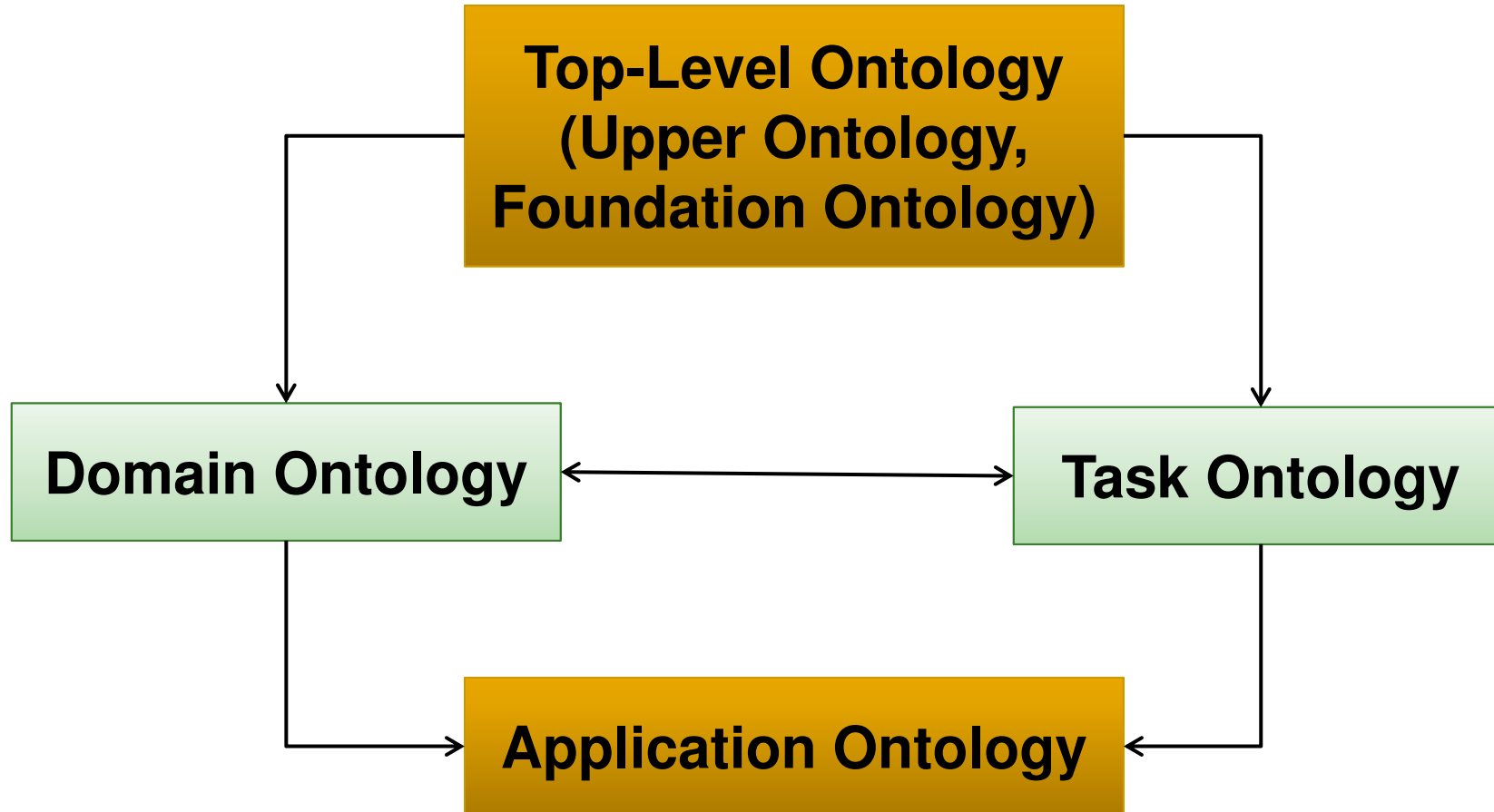
# Ausdrucksstärke von Ontologien



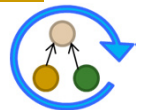
*Ontologie-Spektrum nach  
McGuinness, 2001*



# Klassifikation von Ontologien



*Klassifikation nach  
Guarino, 1998*



---

# Klassifikation von Ontologien (2)

## ■ Top-Level Ontology

- allgemeine, bereichsübergreifende Ontologien
- beschreibt sehr generelle Konzepte (Zeit, Raum, Vorgang)  
unabhängig von einer bestimmten Domäne oder Problemstellung

## ■ Domain Ontology

- grundlegende Konzepte bezogen auf eine generische Domäne

## ■ Task Ontology

- grundlegende Konzepte bezogen auf eine allgemeine Aktivität  
oder Aufgabe

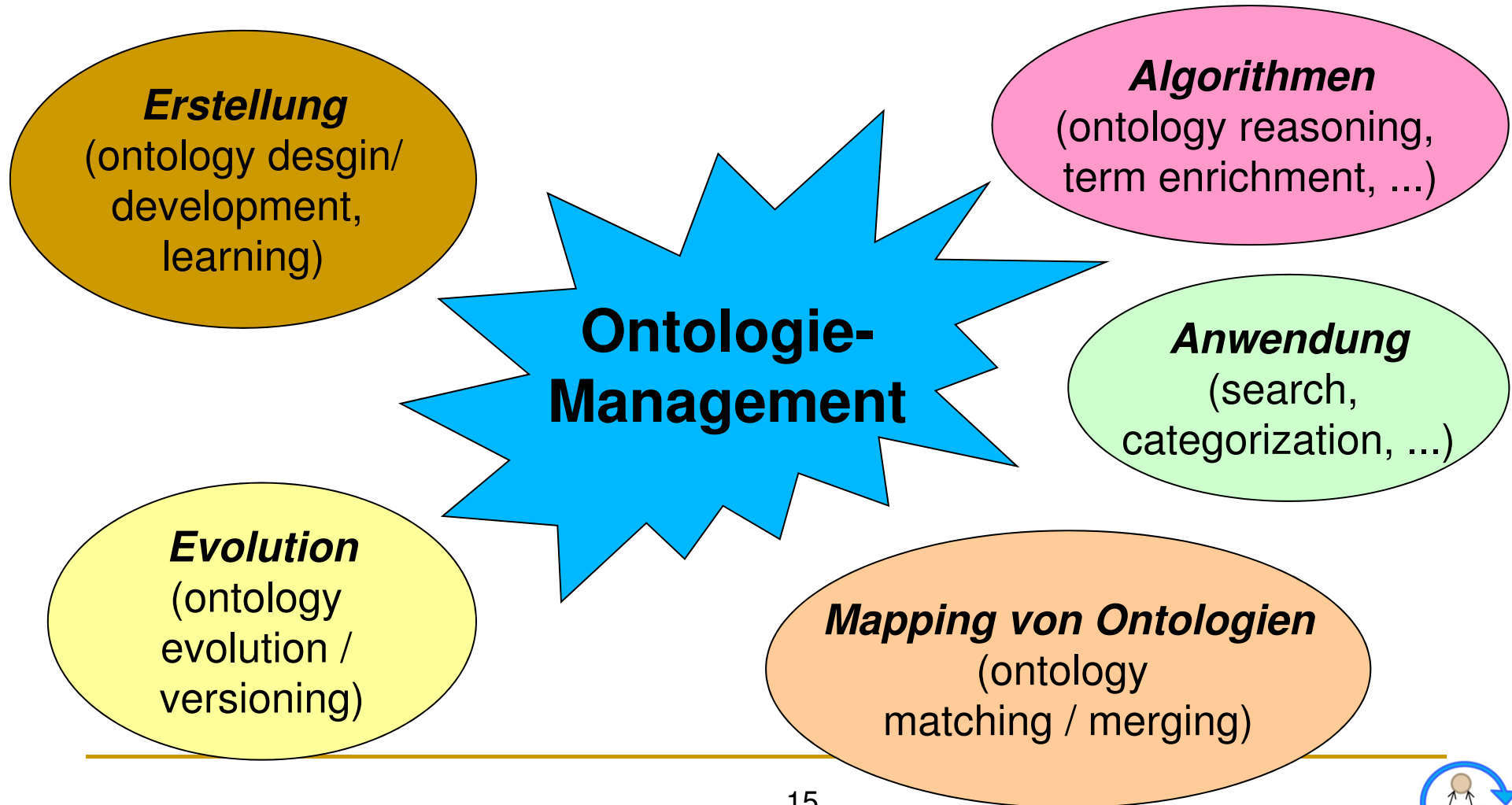
## ■ Application Ontology

- spezielle, auf eine konkret fokussierte Domäne oder Aufgabe  
zugeschnittene Ontologie
- spezialisiert in der Regel eine Domain und/oder Task Ontologie

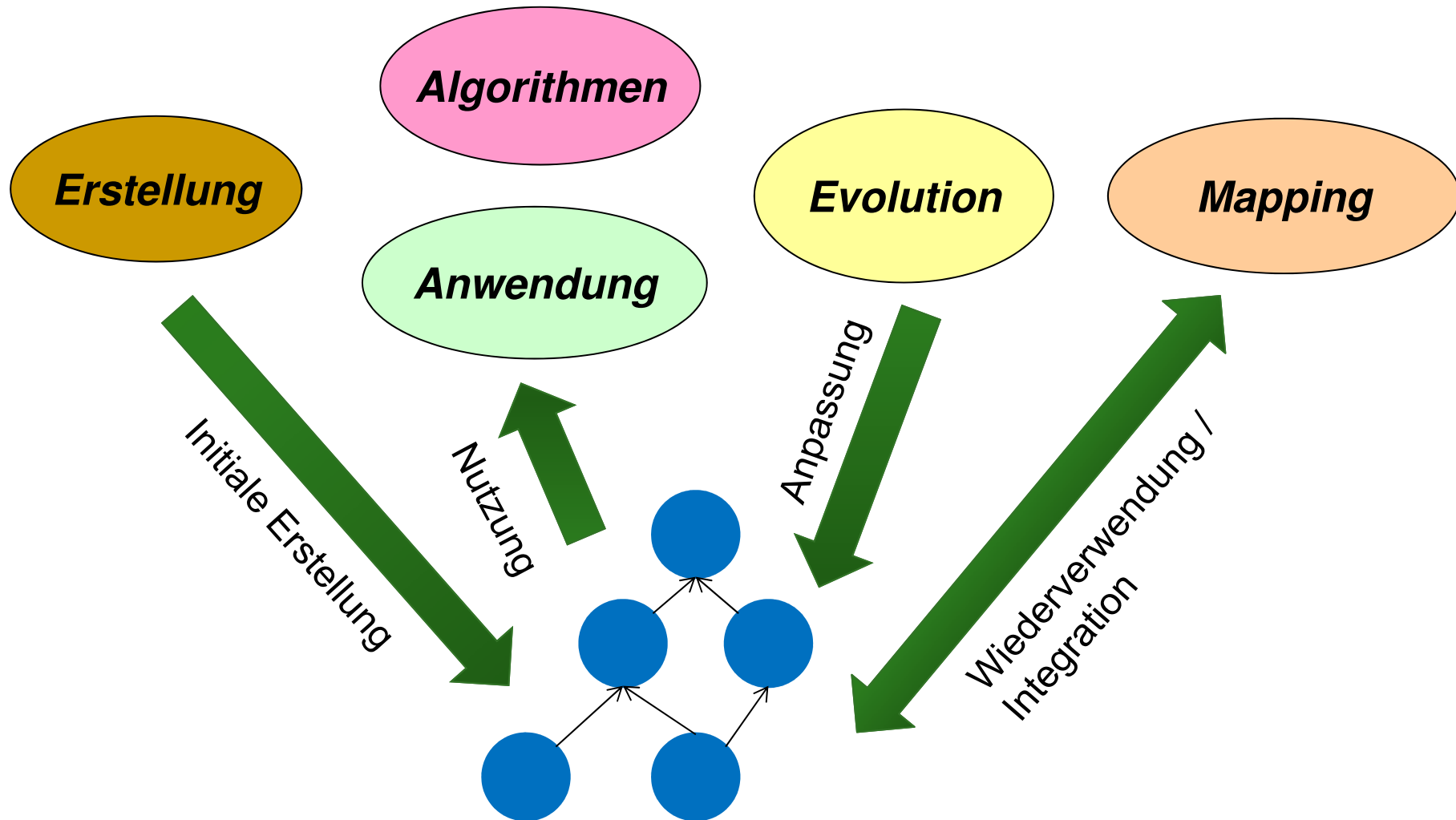


# Ontologie-Management

- Verwaltung, Bearbeitung und Anwendung von Ontologien während ihres gesamten Lebenszyklus



# Ontologie-Management - Lebenszyklus

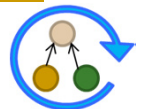




---

# Design und Entwicklung

- Methoden des Ontologieentwurfs
  - Alle Aktivitäten / Vorgänge die zur Konstruktion einer Ontologie notwendig sind
- Warum?
  - Entwicklung von konsistenten Ontologien
  - Effiziente Entwicklung komplexer Ontologien
  - Verteilte Entwicklung von Ontologien
- Unterstützung mittels Werkzeugen (Tools)
  - Teils (semi)automatisch Lösungen → Ontology Learning



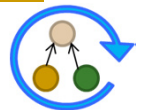
# „Grundregeln“ für Ontologieerstellung

1) *There is no one correct way to model a domain — there are always viable alternatives. The best solution almost always depends on the application that you have in mind and the extensions that you anticipate.*

2) *Ontology development is necessarily an iterative process.*

3) *Concepts in the ontology should be close to objects (physical or logical) and relationships in your domain of interest. These are most likely to be nouns (objects) or verbs (relationships) in sentences that describe your domain.*

*N.F. Noy, D. McGuinness: Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Stanford Knowledge Systems Laboratory, 2001.*



# Tools



# OBO-Edit

The OBO Ontology Editor



# Java Ontology Editor

The image displays three screenshots of the Protégé ontology editor interface, illustrating its capabilities in handling different ontology projects.

- Left Screenshot:** Shows the 'newspaper' project. The 'CLASS BROWSER' displays a hierarchy of classes including 'Author', 'Editor', and 'Reporter'. The 'INSTANCE EDITOR' shows details for the instance 'Chief Honcho' (instance of Editor), with fields for Name, Salary (150000.0), Date Hired, Current Job Title, Phone Number, and Other Information. The 'INSTANCE EDITOR' also shows 'Responsible For' (Sports Nut, Ms Gardiner) and 'Sections' (Magazine, Local News, Automotive, Business, World News).
- Middle Screenshot:** Shows the 'travel' project. The 'CLASS BROWSER' displays an asserted hierarchy of classes including 'Destination', 'AccommodationRating', 'Context', 'Sight', 'Beach', 'FamilyDestination', 'QuietDestination', 'BackpackerDestination', 'BudgetHotelDestination', 'UrbanArea', 'RuralArea', 'NationalPark', 'Term', and 'City'. The 'CLASS EDITOR' shows details for the class 'Destination', with a 'Superclasses' list including 'Accommodation', 'BudgetAccommodation', and 'Activity (Sports & Adventure)'. The 'CLASS EDITOR' also shows 'Template Slots' with columns for Name, Cardinality, and Type.
- Right Screenshot:** Shows the 'newspaper' project. The 'CLASS BROWSER' displays a hierarchy of classes including 'Author', 'Editor', and 'Reporter'. The 'CLASS EDITOR' shows details for the class 'Editor' (instance of STANDARD-CLASS), with fields for Name, Documentation, Role, and Template Slots. The 'CLASS EDITOR' also shows 'Superclasses' (Author, Employee) and 'Template Slots' with columns for Name, Cardinality, and Type.



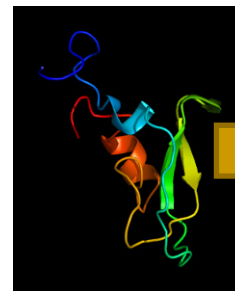
# Anwendung/Verwendung von Ontologien

- Verschiedene Anwendungsszenarien

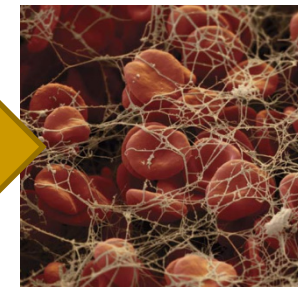
- Semantisch konsistente Beschreibung (Annotation) / Kategorisierung von Realweltobjekten

- *eBusiness*: Produkte, ...
- *Lebenswissenschaften*: Gene, Proteine, ...

- Semantische Suche
- Datenintegration
- Linked Data



**P10646**  
(TFPI1\_HUMAN)



**GO:0007596**  
(blood coagulation)

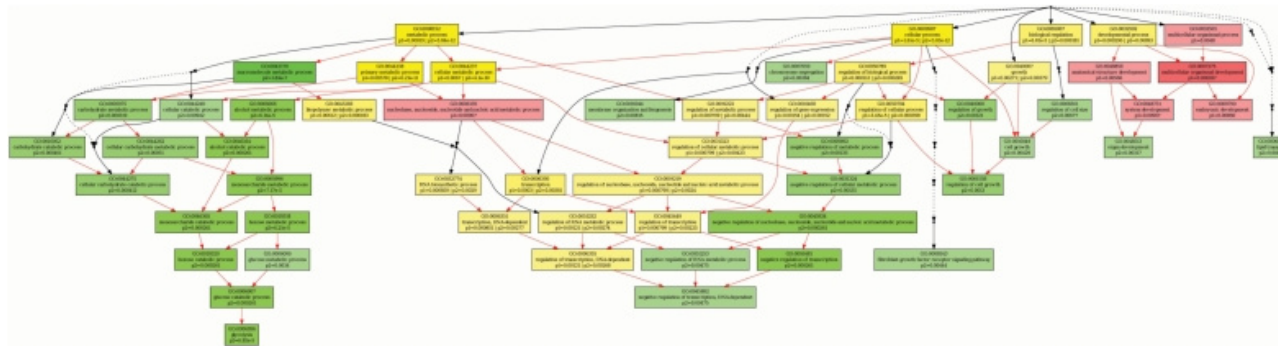
- Vorteile durch Anwendung von Ontologien

- Bessere Such- und Navigationsmöglichkeiten
- Vereinfachter Austausch von Wissen, vernetzte Forschung
- Neue Analysemöglichkeiten



# Komplexere Anwendungen

- Term Enrichment Analysen in der Bioinformatik



- Inferenz und Reasoning
  - Transitivität von Relationen (Bsp. Gene Ontology)

	<i>is_a</i>	<i>part_of</i>	<i>regulates</i>
<i>is_a</i>	<i>is_a</i>	<i>part_of</i>	<i>regulates</i>
<i>part_of</i>	<i>part_of</i>	<i>part_of</i>	-
<i>regulates</i>	<i>regulates</i>	<i>regulates</i>	<i>indirectly regulates</i>

- Textextraktion / Natural Language Processing



# Dynamik in Ontologien

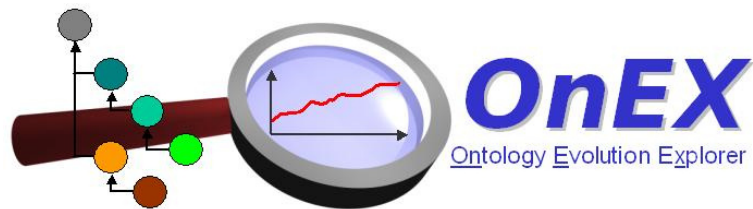
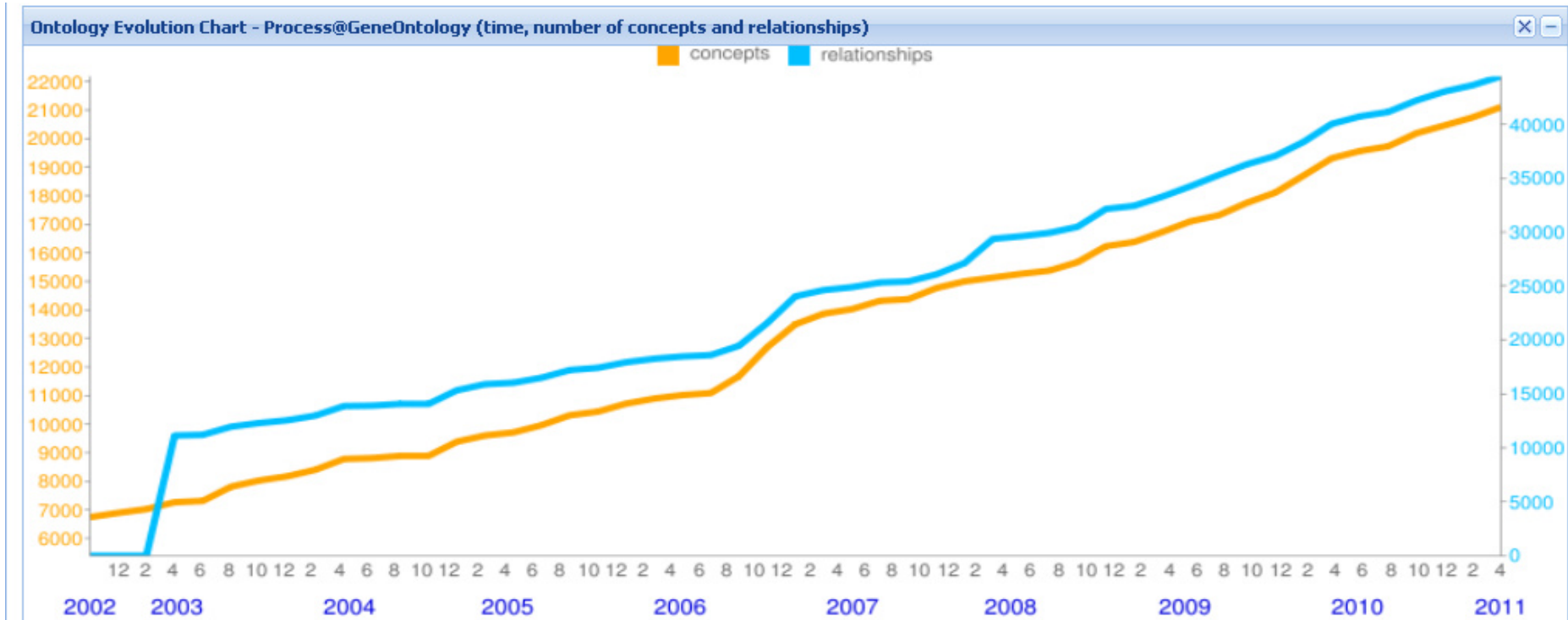
- Wissen in Ontologien ist nicht statisch
  - Ständige Änderungen / Anpassungen nötig
  - *Ziel:* möglichst aktueller / korrekter Wissenstand



- Gründe
  - Integration von neuem / geändertem Domänenwissen
  - Behebung initialer Designfehler
  - Veränderte Anforderungen seitens der Nutzer
  - Umsetzung neuer Richtlinien
  - Migration zu anderer Ontologiesprache



# Evolution von Gene Ontology



- Ontology Evolution Explorer
  - Historie von 16 Ontologien aus den Lebenswissenschaften
  - <http://www.izbi.de/onx>



---

# Dynamik von Ontologien - Probleme

## ■ Konsistente Evolution

- ❑ Umsetzung einer neuen/geänderten Anforderung → Modifikation der Ontologie
- ❑ Konsistent: Ontologie sollte nach der Modifikation wiederum konsistent und widerspruchsfrei sein
- ❑ Beispiel: Löschen eines Konzepts?

## ■ Versionierung

- ❑ Zugriff auf verschiedene Versionen einer Ontologie
- ❑ Wie soll versioniert werden?

## ■ Erkennung von Unterschieden zwischen Ontologieversionen

- ❑ Wie hat sich Version 2 aus Version 1 herausentwickelt?





# Vernetzung von Ontologien

## ■ **Ontologie-Mapping**

- ❑ Abbildung zwischen zwei Ontologien **A** und **B**
- ❑ Welche Ontologiekonzepte aus **A** entsprechen welchen Konzepten aus **B**?

## ■ **Wie?**

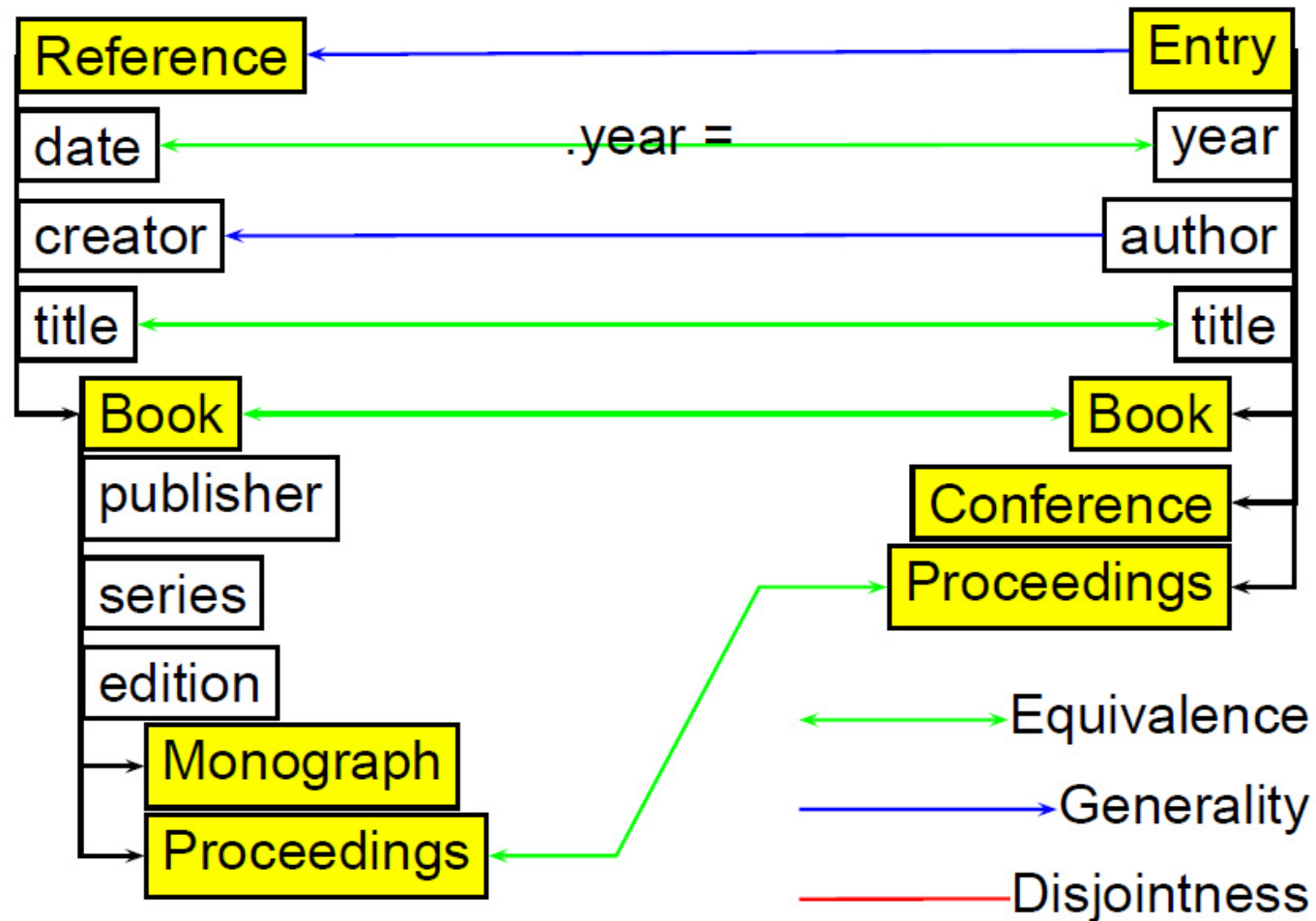
- ❑ *Ontology Matching* → (semi)automatischer Abgleich von Ontologien
- ❑ Verschiedene Techniken anwendbar

## ■ **Verwendung**

- ❑ Integration (Merging) mehrerer Ontologien
- ❑ Unterstützung neuartiger Analysen
- ❑ Wiederverwendung von Wissen



# Mapping Beispiel



*P. Shvaiko, J. Euzenat: Schema and Ontology Matching. Tutorial at ESWC, 2005.*



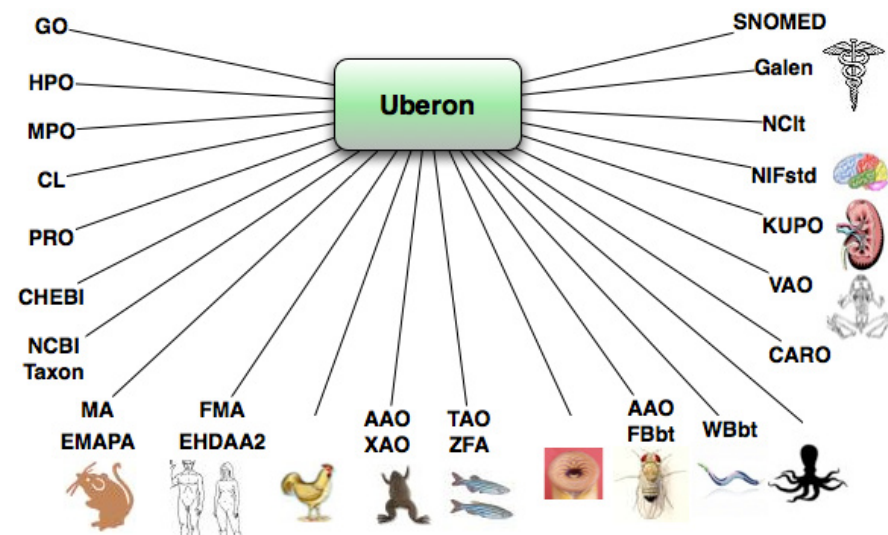
# Komplexe Verfahren

## ■ „Mischen“ (Merging) von Ontologien

- Warum?
  - Erweiterung einer Ontologie durch Integration von Wissen aus verwandten Ontologien (Reuse Aspekt)
  - Erstellung einer globalen (Referenz)Ontologie zu einem Thema
- Eingabe: 2 (n) Ontologien mit überlappenden Wissen
- Ausgabe: „Vereinigte“/ „Gemischte“ Ontologie

## ■ Beispiele

- Gemeinsamer Produktkatalog für Preisvergleiche
- Referenzontologie zum Thema Anatomie („cross-species“)
  - Uber Anatomy Ontology (UBERON)



[http://obofoundry.org/wiki/index.php/UBERON:Main\\_Page](http://obofoundry.org/wiki/index.php/UBERON:Main_Page)



---

# Zusammenfassung

- **Ontologie und Ontologie-Management**
  - Ontologiebegriff
  - Typen/Klassifikation von Ontologien und Ausdruckstärke
  
- **Aspekte des Ontologie-Management**
  - Design und Erstellung inkl. Sprachen (Kap. 2/4)
  - Anwendungen (Kap. 3)
  - Matching und Mapping (Kap. 5)
  - Dynamik in Ontologien (Kap. 6)
  - Komplexe Algorithmen / Verfahren (Kap. 7)

