

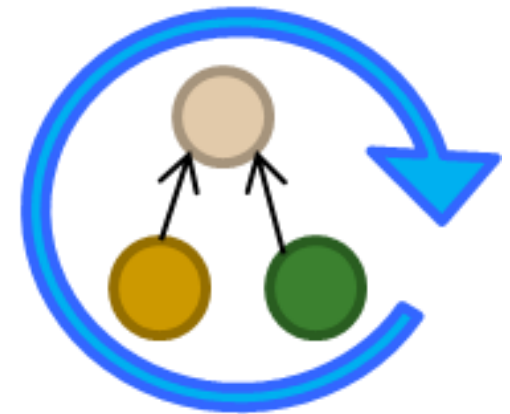
Ontologie-Management

Kapitel 1: Einführung

Wintersemester 2013/14

Anika Groß

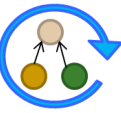
Universität Leipzig, Institut für Informatik
Abteilung Datenbanken
<http://dbs.uni-leipzig.de>



*Die Folien zur Vorlesung „Ontologie Management“
wurden von Dr. Michael Hartung erstellt.*

Inhalt

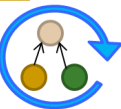
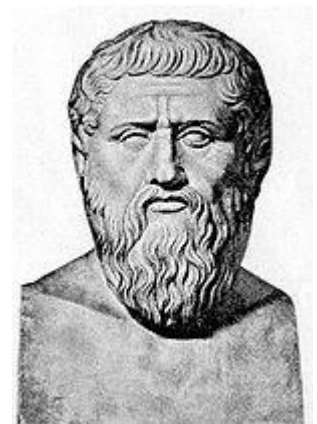
- Begriffsdefinition(en)
- Klassifikation von Ontologien
- Anwendungsgebiete
- Aspekte des Ontologie-Management



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)



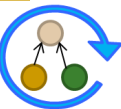
Was ist (eine) Ontologie? (Informatik)

“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)*

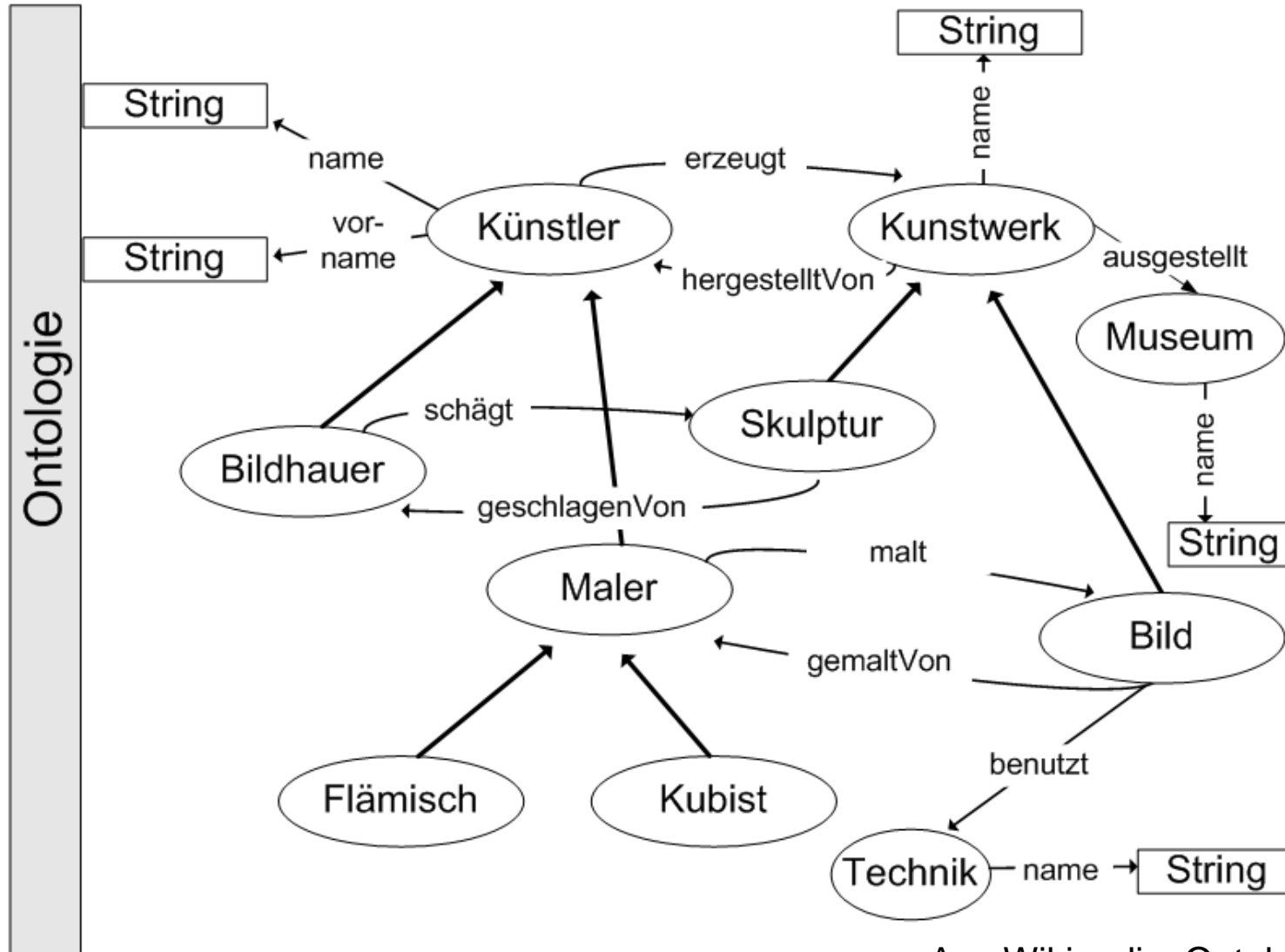


„explizite, formale Spezifikation einer gemeinsamen Konzeptualisierung“

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



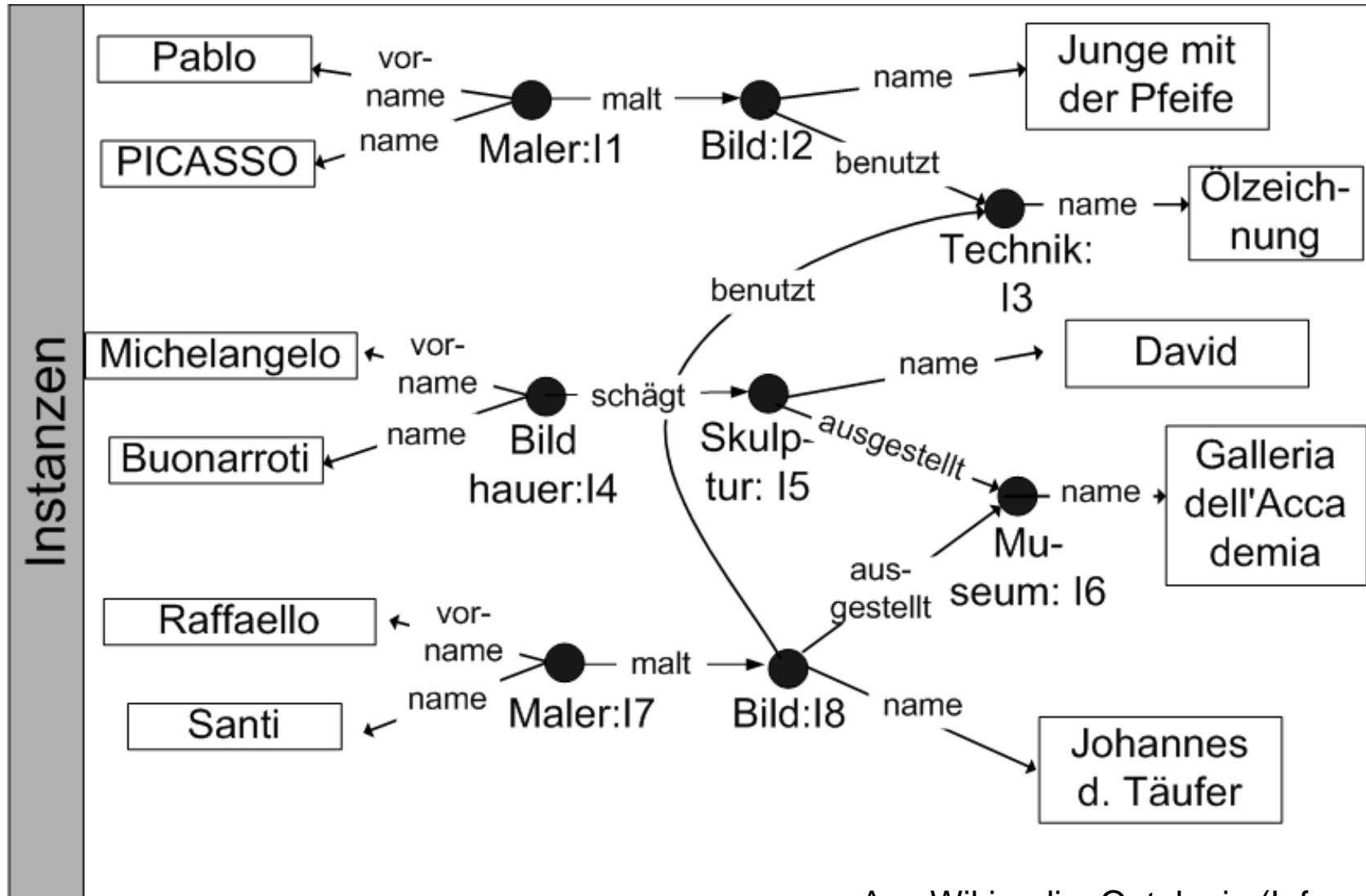
Einfache Beispielontologie



Aus Wikipedia: Ontologie (Informatik)



Einfache Beispielontologie



Aus Wikipedia: Ontologie (Informatik)



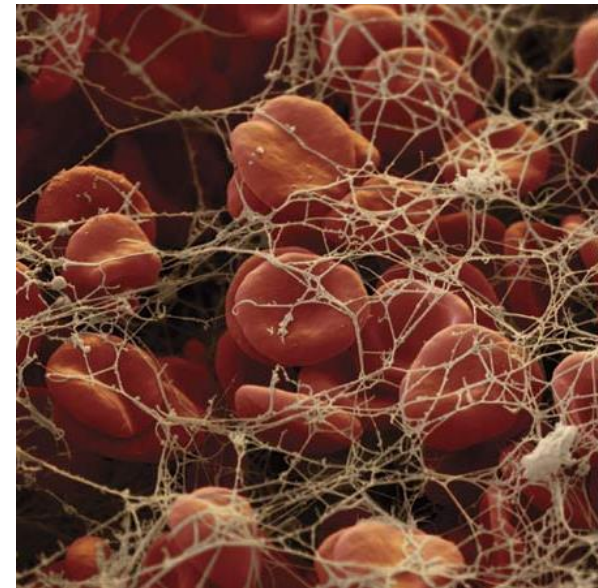
Ontologiemodell für Vorlesung

■ **Ontologie $O = (C, A, R)$**

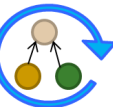
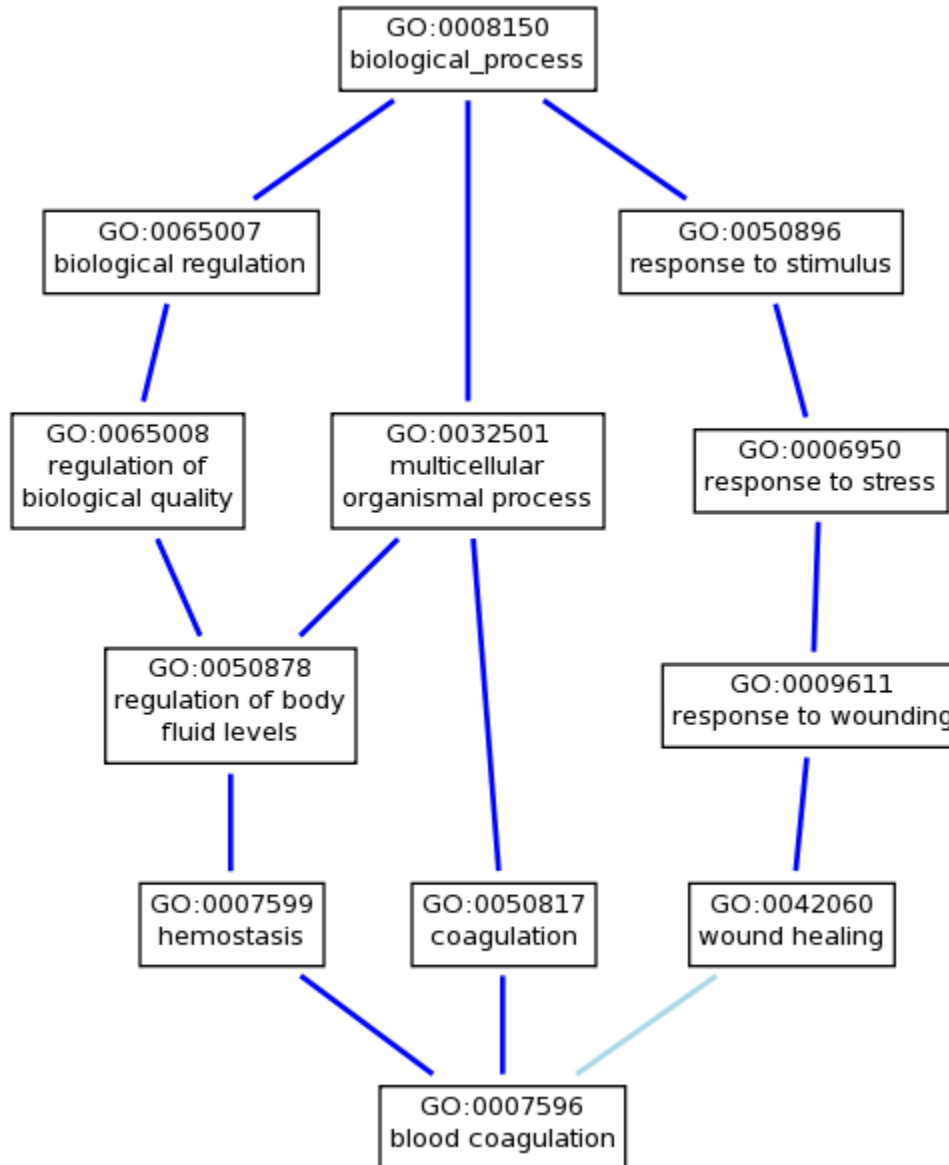
- Konzepte $c \in C$ (Identifizierung über *accession number / URI*)
- Attribute $a = (a_{concept}, a_{name}, a_{value}) \in A$ [$a_{concept} \in C$]
- Relationen $r = (r_{source}, r_{type}, r_{target}) \in R$ [$r_{source}, r_{target} \in C$]

■ **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

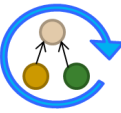
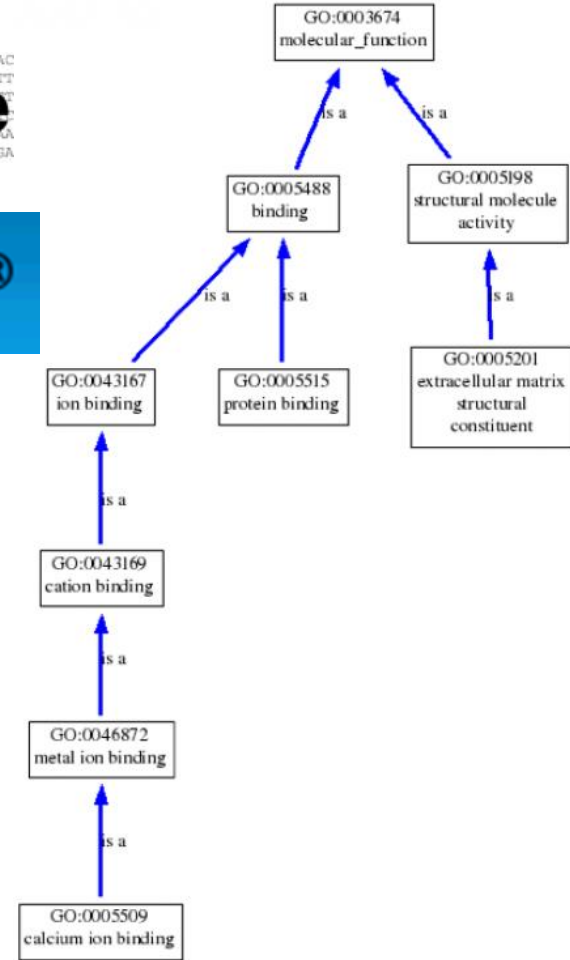


Anwendungsgebiet: Wissenschaft

Lebenswissenschaften



- ⊕ 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](#)...

[Art](#)

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

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

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

[a](#)

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

[Sports](#)

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

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

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

[Earth Science](#)...

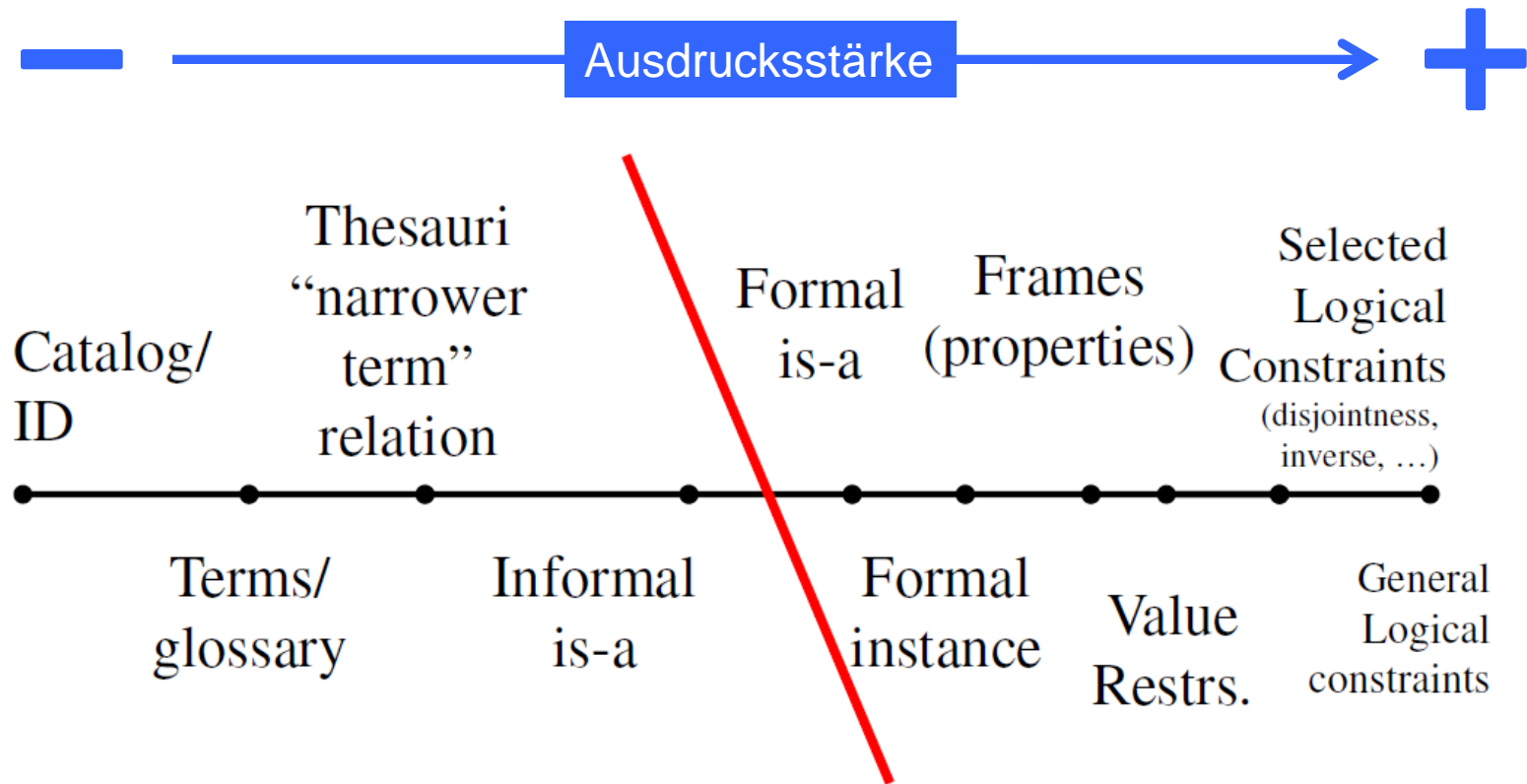
[e](#)

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

[Literature](#)



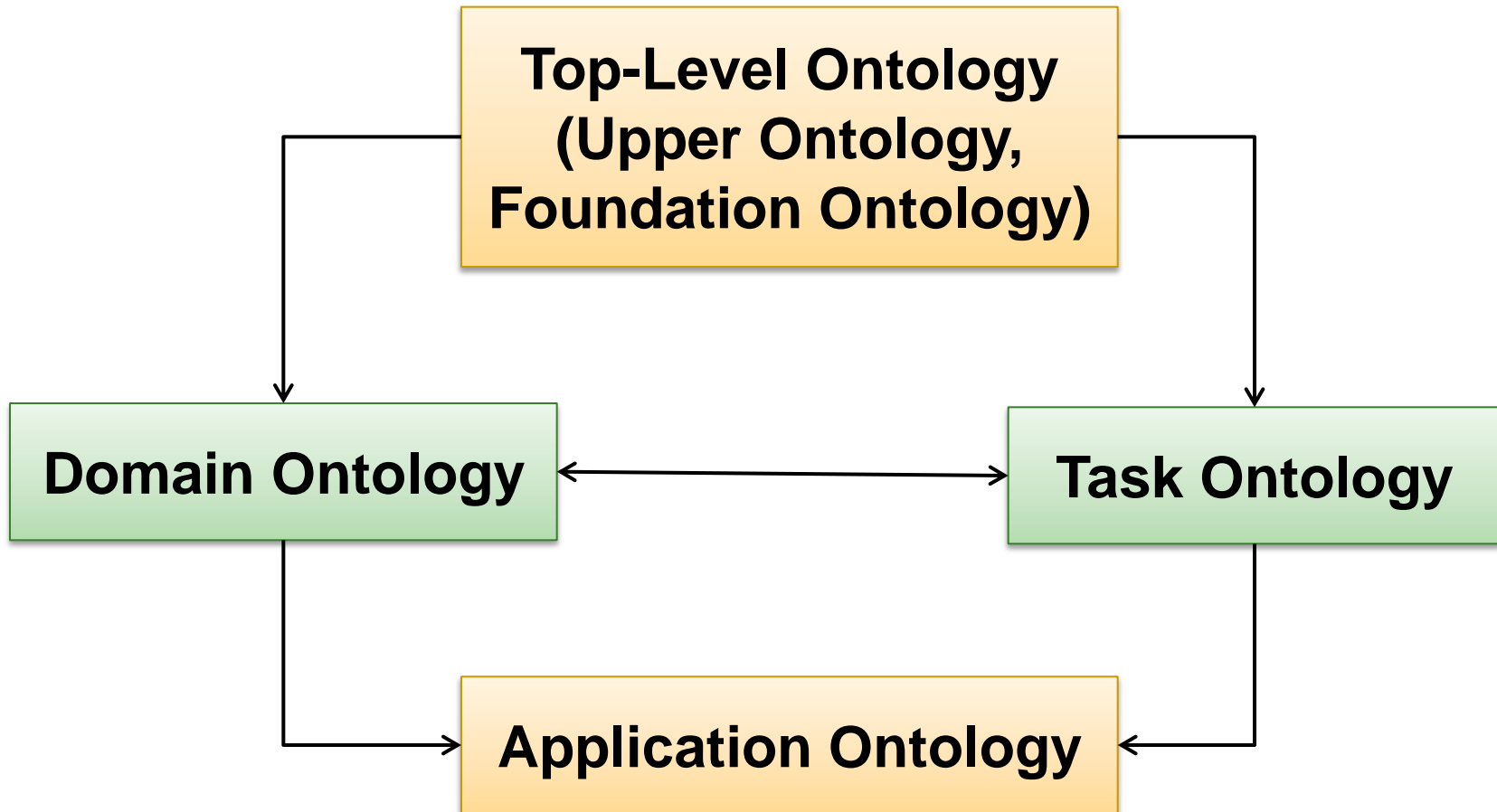
Ausdrucksstärke von Ontologien



*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

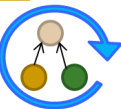
- grundlegende Konzepte bezogen auf eine generische Domäne

■ 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

Erstellung
(ontology design/
development,
learning)

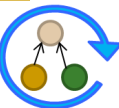
Algorithmen
(ontology reasoning,
term enrichment, ...)

**Ontologie-
Management**

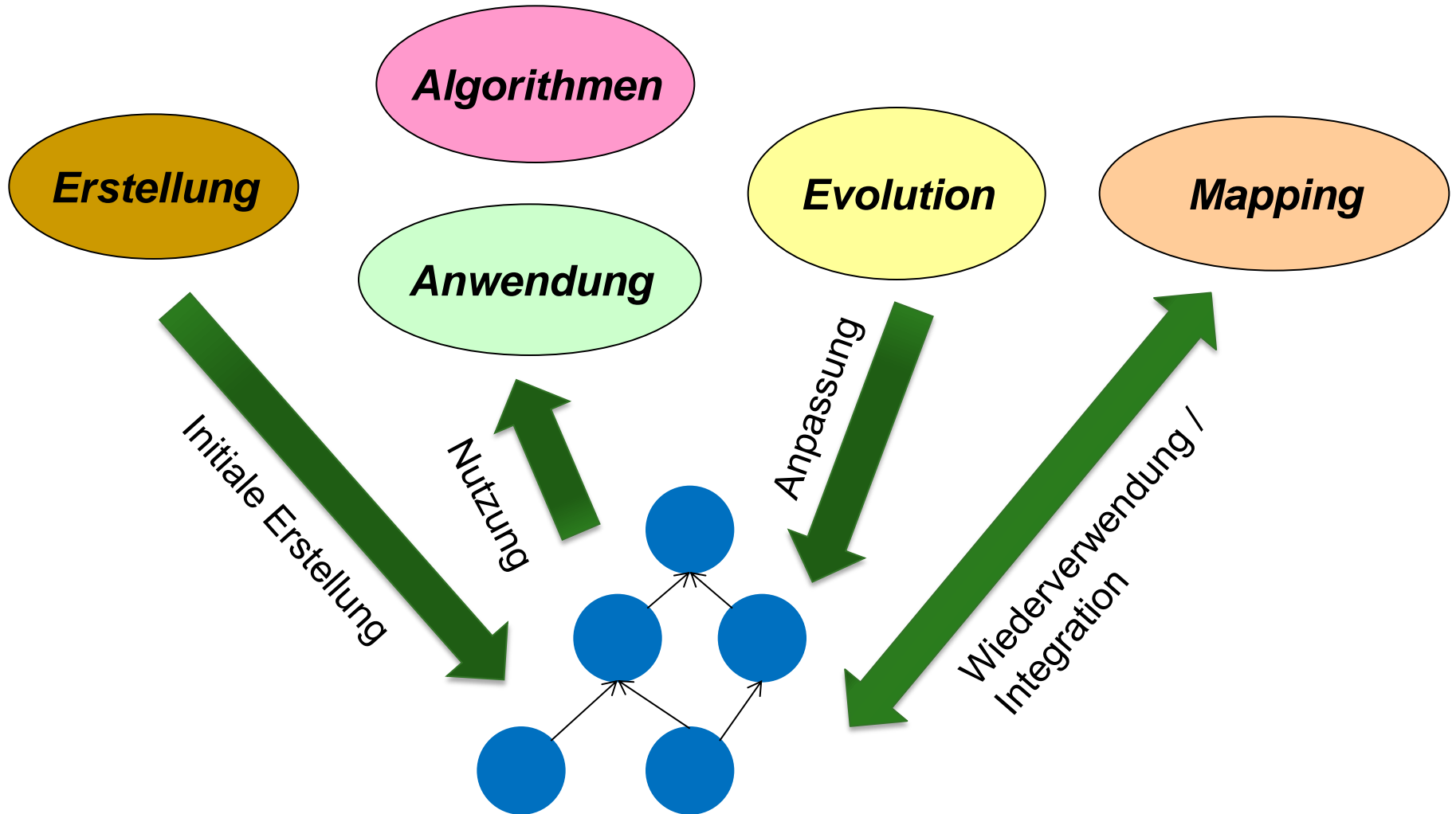
Anwendung
(search,
categorization, ...)

Evolution
(ontology
evolution /
versioning)

Mapping von Ontologien
(ontology
matching / merging)



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)automatische 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



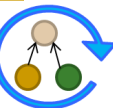
The image displays three screenshots of the Protégé ontology editor interface, illustrating different views and editing capabilities.

Left Screenshot: Shows the 'CLASS BROWSER' and 'INSTANCE EDITOR' for the 'Editor' class. The 'CLASS BROWSER' displays a class hierarchy for 'newspaper', including 'Author', 'News_Service', 'Columnist', 'Editor', and 'Reporter'. The 'INSTANCE EDITOR' shows the instance 'Chief Honcho' with properties like 'Salary' (150000.0), 'Date Hired', 'Current Job Title', 'Phone Number', and 'Other Information'. It also lists 'Sections' such as 'Magazine', 'Local News', 'Automotive', 'Business', and 'World News'.

Middle Screenshot: Shows the 'CLASS BROWSER' and 'CLASS EDITOR' for the 'travel' project. The 'CLASS BROWSER' displays a class hierarchy for 'travel', including 'RoadArea', 'UrbanArea', 'BudgetHotelDestination', 'ResortDestination', 'Beach', 'FamilyDestination', 'QuietDestination', 'BackpackerDestination', 'AccommodationRating', and 'Contact'. The 'CLASS EDITOR' shows the class 'Destination' with properties like 'AccommodationRating', 'Contact', and 'Sight'.

Right Screenshot: Shows the 'CLASS BROWSER' and 'CLASS EDITOR' for the 'newspaper' project. The 'CLASS BROWSER' displays a class hierarchy for 'newspaper', including 'Author', 'News_Service', 'Columnist', 'Editor', and 'Reporter'. The 'CLASS EDITOR' shows the class 'Editor' with properties like 'Name', 'Role', 'Template Slots', and 'Documentation'. The 'Template Slots' table is visible:

Name	Cardinality	Type
current_job_title	single	String
date_hired	single	String
name	single	String
other_information	single	String
phone_number	single	String
responsible_for	multiple	Instance of Employee
salary	single	Float
sections	multiple	Instance of Section



Anwendung/Verwendung von Ontologien

- Verschiedene Anwendungsszenarien

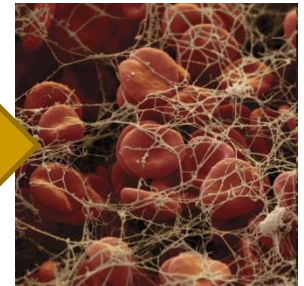
- Semantisch konsistente Beschreibung (Annotation) / Kategorisierung von Realweltobjekten

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

- Semantische Suche
- Datenintegration
- Linked Data



P10646
(TFPI1_HUMAN)



GO:0007596
(blood coagulation)

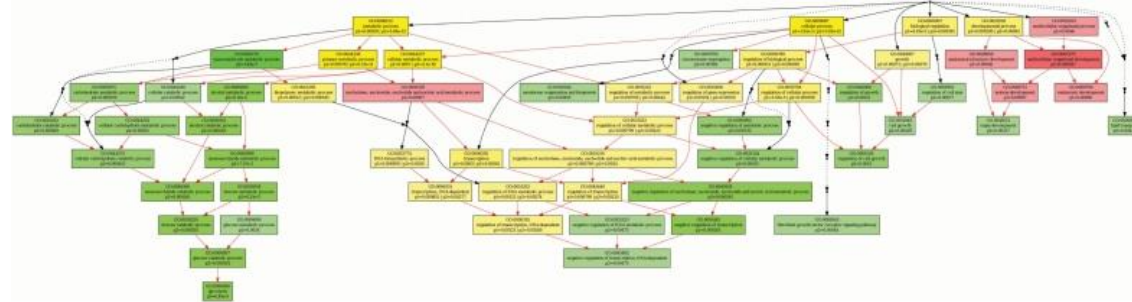
- Vorteile durch Anwendung von Ontologien

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



Komplexere Anwendungen

- Term Enrichment Analysen in der Bioinformatik

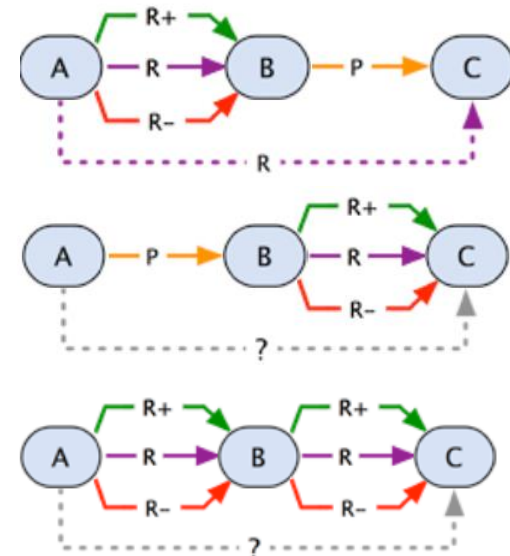


- Textextraktion / Natural Language Processing

- Inferenz und Reasoning

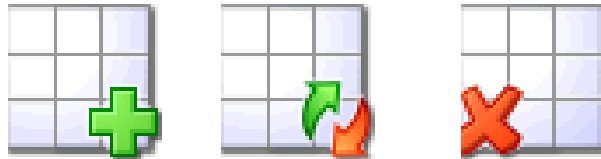
- Transitivität von Relationen (Bsp. Gene Ontology)

	is_a	part_of	regulates
is_a	is_a	part_of	regulates
part_of	part_of	part_of	-
regulates	regulates	regulates	-

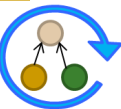


Dynamik in Ontologien

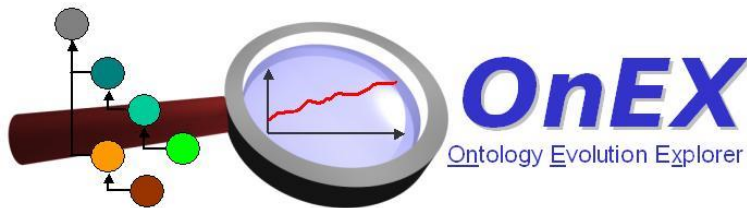
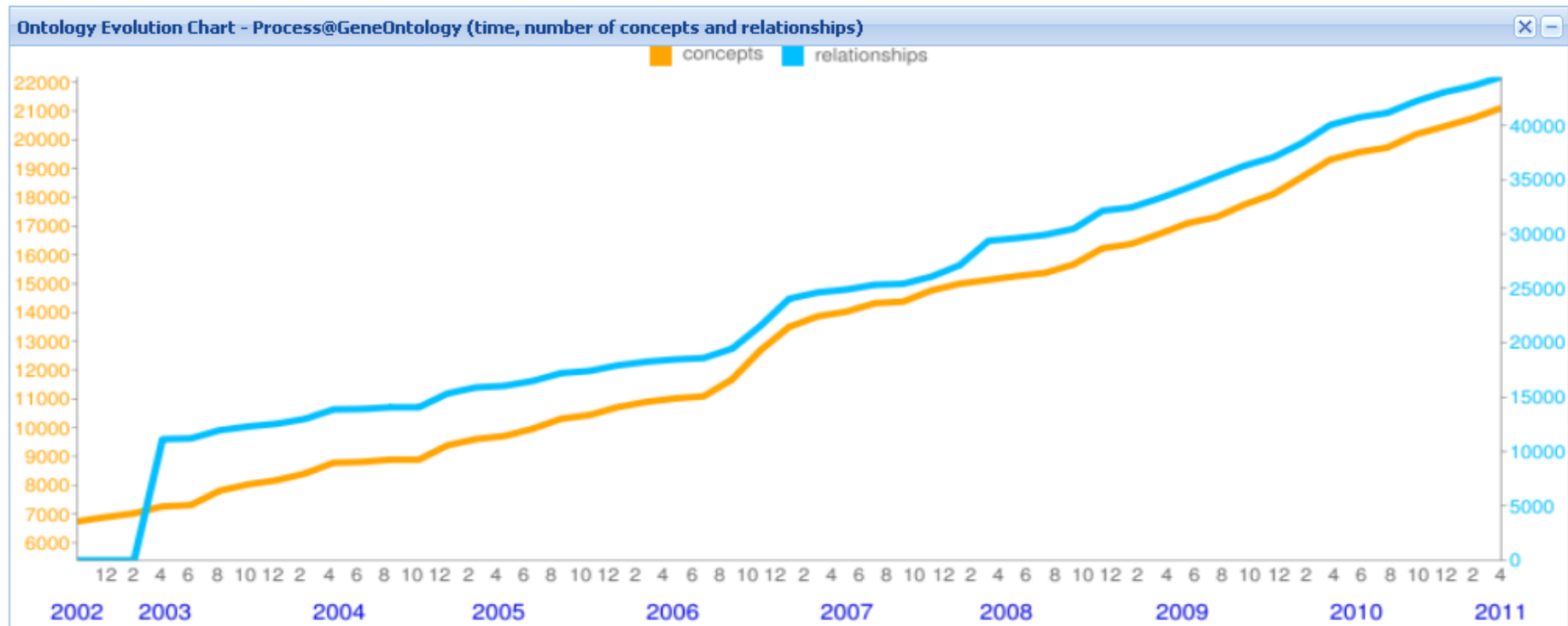
- Wissen in Ontologien ist nicht statisch
 - Ständige Änderungen / Anpassungen nötig
 - *Ziel:* möglichst aktueller / korrekter Wissenstand



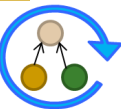
- Gründe
 - Integration von neuem / geändertem Domänenwissen
 - Behebung initialer Designfehler
 - Veränderte Anforderungen seitens der Nutzer
 - Umsetzung neuer Richtlinien
 - Migration zu anderer Ontologiesprache



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 entwickelt?



Vernetzung von Ontologien

■ **Ontologie-Mapping**

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

■ **Wie?**

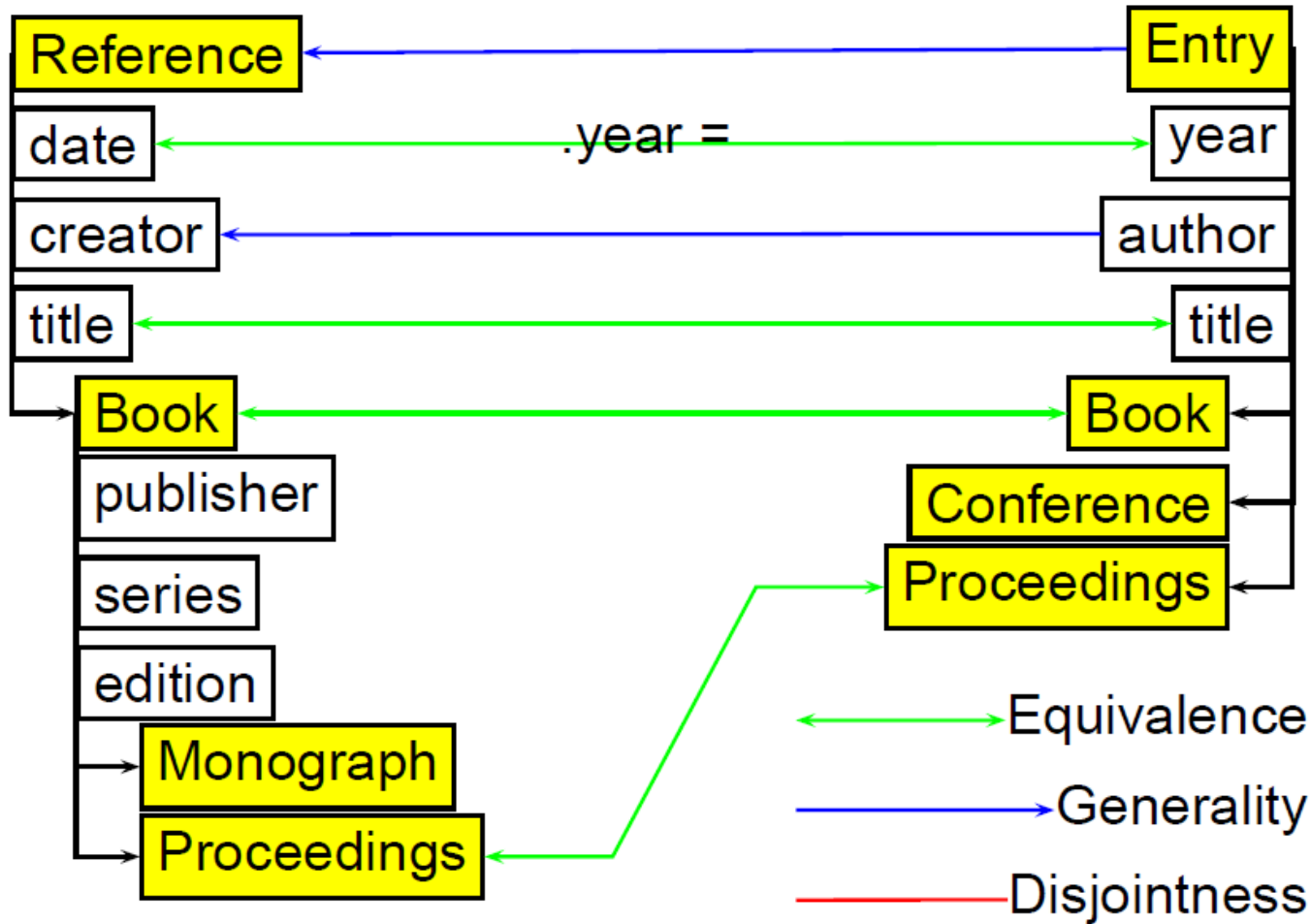
- *Ontology Matching* → (semi)automatischer Abgleich von Ontologien
- Verschiedene Techniken anwendbar

■ **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.*



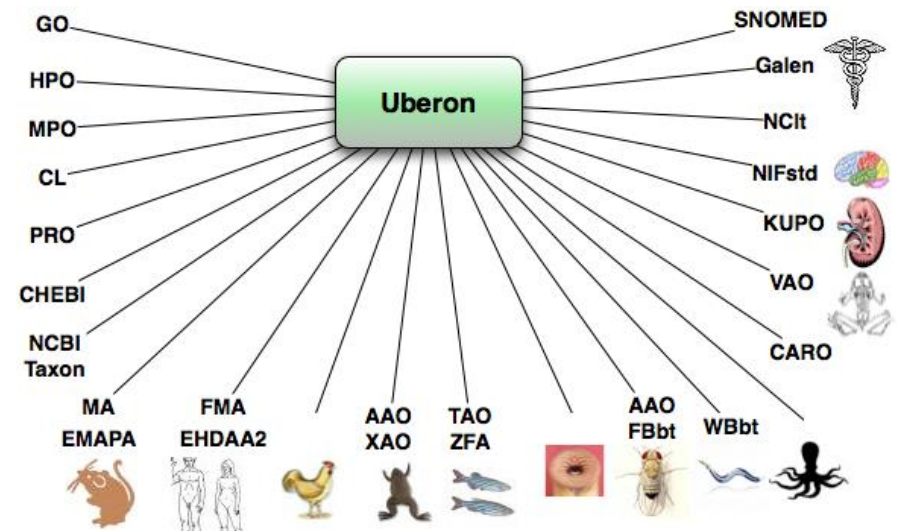
Komplexe Verfahren

■ „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 überlappendem 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



Zusammenfassung

- **Ontologie und Ontologie-Management**
 - Ontologiebegriff
 - Typen/Klassifikation von Ontologien und Ausdrucksstärke
- **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)

