

Ontologieevaluation in Theorie und Praxis

Von

Wiebke Behrens, Inga Donaszewski,
Maike Fresenborg, Beate Graner, Verena Hecke

Gliederung

- 1) Prozess der Ontologieentwicklung
- 2) Warum werden Ontologien evaluiert?
- 3) Methoden der Ontologieevaluation
- 4) Taxonomie-Fehler und Designanomalien
- 5) Erweiterte Taxonomie-Fehler
- 6) Fallbeispiel: NCI Thesaurus
- 7) Quellen

Prozess der Ontologieentwicklung

- Themenauswahl: Welches Problem ist zu lösen?
- Was gehört zu dem Problem? Klassen, Instanzen, Beziehungen
- Umsetzung in Ontologieeditor
- **Evaluation der Ontologie**
- Anwendung und Weiterentwicklung

Warum werden Ontologien evaluiert?

Vorteile für:

- Nutzer
- Konstrukteure
- (semi-) automatische
Ontologieerstellungsprogramme

Methoden der Ontologiewevaluation

Level der Evaluation

- Vokabular und Daten
- Relationen
- Kontext
- Syntax
- Struktur, Architektur, Design

Methoden der Ontologiewertung

- Golden Standard
- Benutzung (Application-based Evaluation)
- „Data-driven“
- Bewertung anhand von definierten Kriterien und Standards

Methoden der Ontologieevaluation

Level	Approach to evaluation			
	Golden standard	Application-based	Data-driven	Assessment by humans
Lexical, vocabulary, concept, data	x	x	x	x
Hierarchy, taxonomy	x	x	x	x
Other semantic relations	x	x	x	x
Context, application		x		x
Syntactic	x ¹			x
Structure, architecture, design				x

Quelle: (vgl. Brank, Grobelnik u. Mladenić 2005)

Golden Standard

- Vergleich mit einer bereits existierenden Ontologie (Reference Ontology)
- Messungen, die Gemeinsamkeiten beider Ontologien bewerten sollen (Messwerte bspw. Precision und Recall)
- Problem: welche Ontologie dient als Golden Standard Ontologie?

Application-based Evaluation

- Evaluation im Rahmen von Aufgaben und Anwendungen

Nachteile

- Nicht generalisierbar
- Bei Vergleich von mehreren Ontologien gleichzeitig: strikte Anwendung auf eine Aufgabe

„Data-driven“

- Evaluation durch Vergleich mit existierenden Daten zur Domain der Ontologie
- z.B. durch Extraktion relevanter domain-spezifischer Begriffe aus der Ontologie
→ anhand einer semantischen Analyse vom Dokumentencorpus
- Hoher Grad an Überschneidung domain-spezifischer Begriffe und Ontologie-Begriffe
= hohe Qualität der Ontologie

„Data-driven“

Konkrete Methoden:

- Identifizierung von Begriffen
- Entwicklung von Abfragen
- Ontologie-Mapping

Bewertung anhand von definierten Kriterien und Standards

- Bewertung wird von Menschen durchgeführt
- Festlegung definierter Entscheidungskriterien
- Auswertung setzt sich aus der gewichteten Summe der einzelnen Kriterien zusammen
- Nachteil der Methode: hohes Maß an Einbindung von Experten erforderlich

Zehn beispielhafte Kriterien nach Burton-Jones (2004)

1. Rechtmäßigkeit
2. Reichhaltigkeit
3. Interpretierbarkeit
4. Konsistenz
5. Klarheit
6. Umfang
7. Präzision
8. Relevanz
9. Kompetenz
10. Entwicklung

Taxonomie-Fehler und Designanomalien

Inkonsistenz

Drei Formen von Inkonsistenz-Fehlern:

- „Circulatory“-Fehler
- Abtrennungs-Fehler
- Semantische Inkonsistenz-Fehler

Inkonsistenz: „Circulatory“-Fehler

- Definierung einer Klasse als Unterklasse oder Oberklasse auf einem beliebigen Level der Ontologie-Hierarchie
- Distanz von 0,1 oder n
- „Circulatory“-Fehler der Distanz 0:
Festlegung von *OddNumber* als Unterklasse von *NaturalNumber*
und *NaturalNumber* als Unterklasse von *OddNumber*

Inkonsistenz: Abtrennungs-Fehler

- abhängig vom Typ der Zerlegung der Oberklasse in Unterklassen
- Disjunkte Zerlegung: alle Eigenschaften der Unterklassen sind unabhängig beschrieben und die Unterklassen überlappen sich nicht

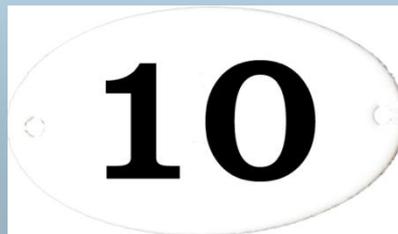
Inkonsistenz: Abtrennungs-Fehler

- zwei Arten:
 1. Einfache Instanzen und Klassen in disjunkter Zerlegung und Abtrennung



http://shop.classic-emaile.de/images/Nummer_1WS.jpg

z.B. Spaltung von *NaturalNumber* in die disjunkten Unterklassen *Odd* und *Even* und Definierung der Klasse *PrimeNumber* als eine Unterklasse von beiden *Odd* und *Even*-Unterklassen



http://shop.classic-emaile.de/images/Nummer_10WS.jpg

Inkonsistenz: Abtrennungs-Fehler

2. Äußere Instanzen in vollständiger Zerlegung und Abtrennung

- z.B. Zerlegung von *Accommodation* in die Unterklassen *Hotel*, *House* und *Shelter* und Festlegung der Instanz *TrainStation* als eine Instanz der Klasse *Accommodation*



http://www.am-segelhafen-hotel.com/upload/images/CMSEditor/Eingang_Hotel.jpg



<http://www.wsgh-hagen.de/images/haus.jpg>



<http://www.travelblog.org/Photos/1398656.html>

Semantische Inkonsistenz-Fehler

- Aufstellung falscher Klassenhierarchien

z.B. Festlegung von *Seaplane* als Unterklasse von *AirPlane*



<http://www.ballerride.com/wp-content/uploads/2008/02/seaplane.jpg>



<http://happypettravels.com/lib/yhst-70776681830188/airplane.jpg>

Taxonomie-Fehler und Designanomalien

Unvollständigkeit

- Unvollständige Benennung einer Klassifikation
z.B. Klassifizierung von *Location* in *CulturalLocation* und *MountainLocation*,
keine Berücksichtigung anderer Location-Typen
wie *BeachLocation* oder *HistoricLocation*



http://www.capabilityevents.co.uk/images/001aa_newpics/Large/beachbar-marklltest.jpg



<http://cms.eurohandball.com/ResourceImage.aspx?raid=7068>

Abtrennungs-Fehler

- 1) Disjunktes Auslassen von Wissen:
 - Zuordnung eines Begriffs zu vielen Unterklassen und gleichzeitige Auslassung disjunkter Wissensaxiome zwischen den Unterklassen

Abtrennungs-Fehler

2) Vollständiges Auslassen von Wissen:

- keine Berücksichtigung von Beschränkungen bei der Zerlegung eines Begriffs in Unterklassen

z.B. Festlegung von *BeachLocation*,
HistoricLocation und *MountainLocation* als
disjunkte Unterklassen von *Location*,
gleichzeitig keine Spezifizierung, ob diese
Klassifikation eine vollständige Zerlegung bildet

Redundanztyp „**UnterklasseVon**“

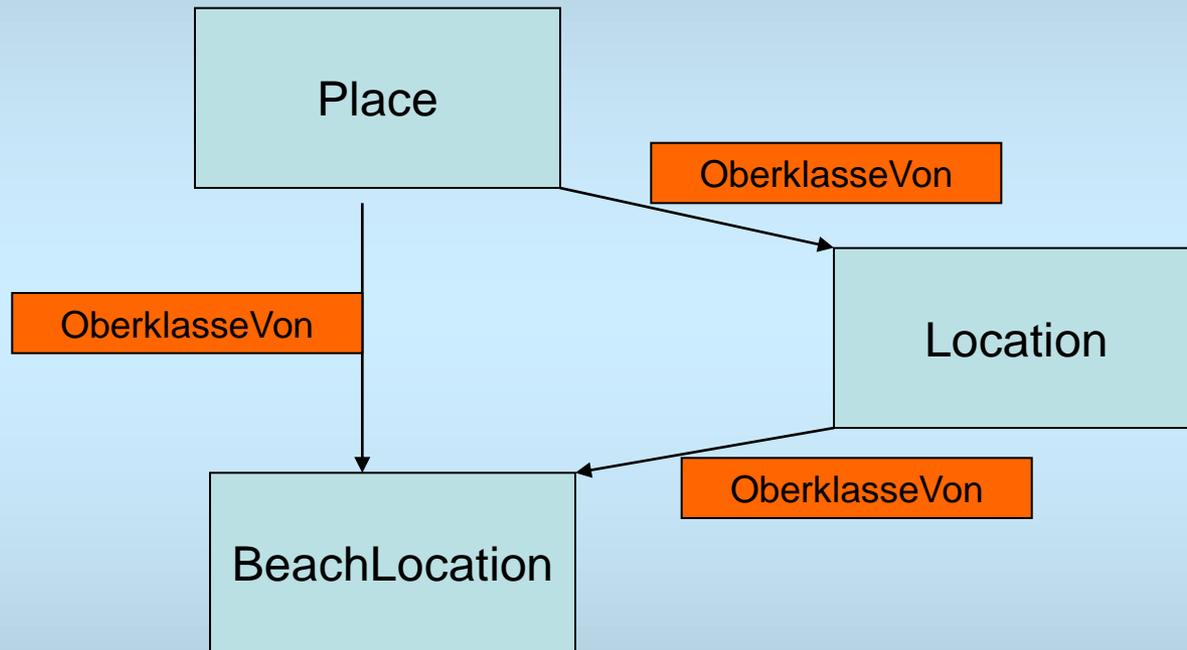
Redundanzen bei den Beziehungen

„**UnterklasseVon**“:

- Direkt: Eine **UnterklasseVon**- Verbindung besteht zwischen derselben Bezugs- und Zielklasse
- Indirekt: **UnterklasseVon**- Beziehung besteht zwischen Klasse und indirekter Oberklasse jeglicher Ebene

Redundanztyp „*UnterklasseVon*“

Beispiel (indirekt):

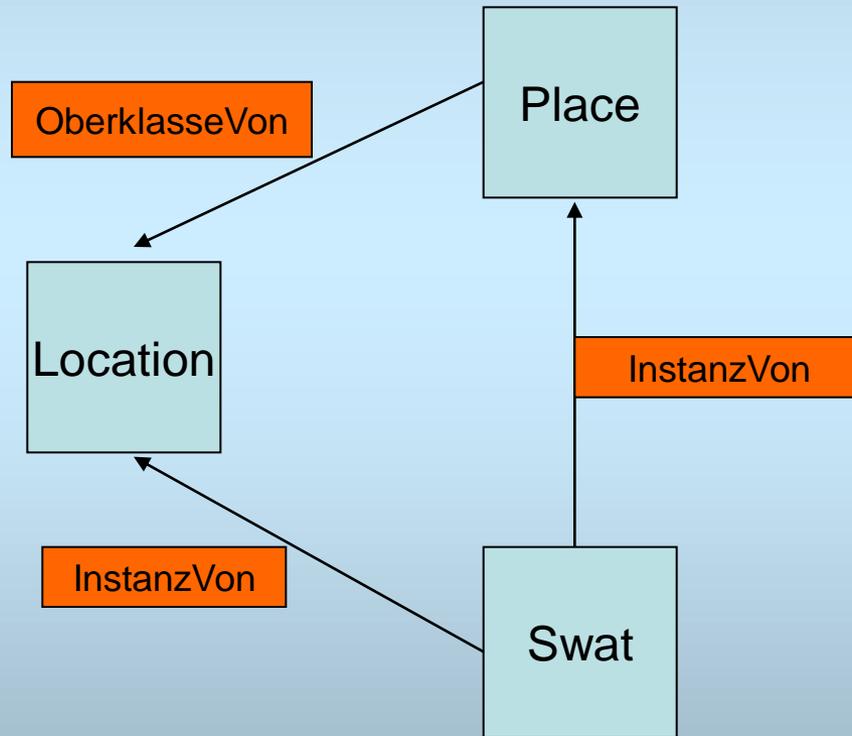


indirekte *UnterklasseVon*-Beziehung zwischen *BeachLocation* und *Place*

Redundanztyp „UntereigenschaftVon“

- können bei der Bildung von Eigenschaftshierarchien entstehen
- ähnlich wie beim Redundanztyp „UnterklasseVon“

Redundanztyp „InstanzVon“



Redundanztyp

„Identische formale Definition“

- Zwei Klassen, Eigenschaften oder Instanzen erhalten unterschiedliche (oder dieselben) Namen, enthalten aber dieselben formalen Definitionen

Design-Anomalie

„Anhäufung von Eigenschaften“

- In unterschiedlichen Klassendefinitionen wird wiederholt eine Anhäufung von Eigenschaften benutzt

Design-Anomalie „Vererbungskette“

- Lange Hierarchie von Klassen, die keine Beschreibung enthalten außer „inherited child“

Design-Anomalie „Lazy Concept“

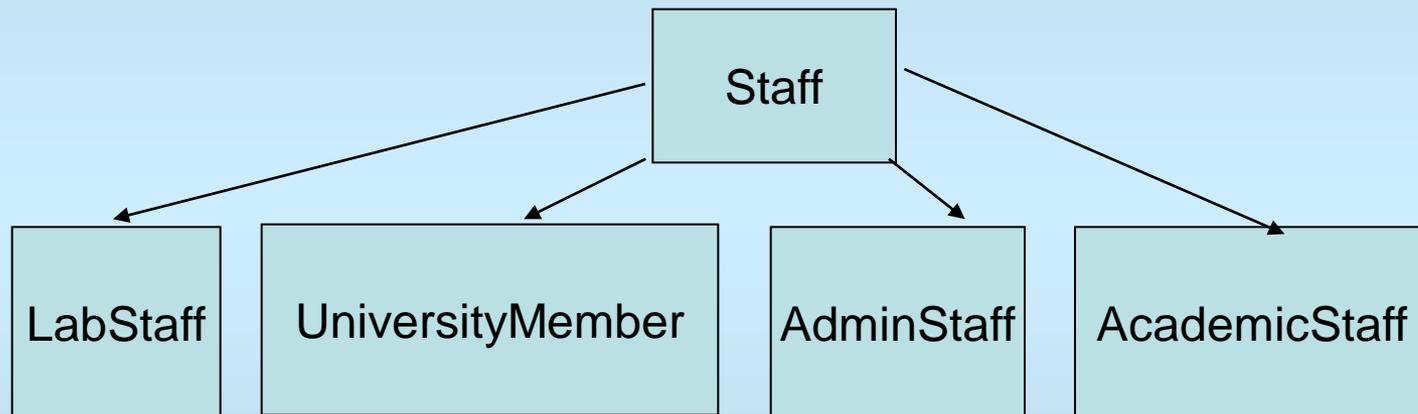
- Eine Klasse oder Eigenschaft der Taxonomie hat keine Instanzen und taucht in der Anwendung niemals auf

Design-Anomalie „Lonely disjoints“

- Zwei disjunkte Geschwisterteile werden kreiert und ein Teil wird in der Klassenhierarchie verschoben, ohne dass das disjunkte Axiom zwischen ihnen gelöscht wird

Erweiterte Taxonomie-Fehler: semantische Inkonsistenz (1)

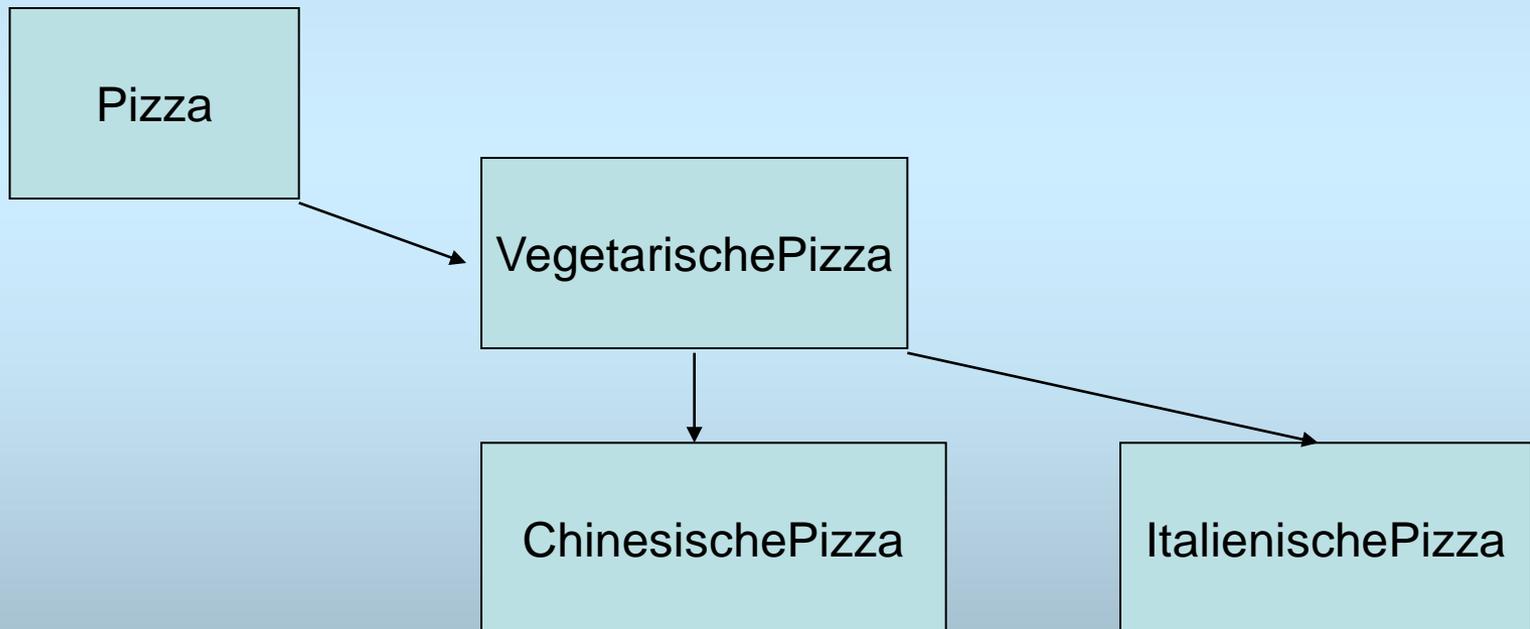
- Schwächerer Gegenstandsbereich durch
Unterklassen-Fehler



Als Unterklasse zu allgemein

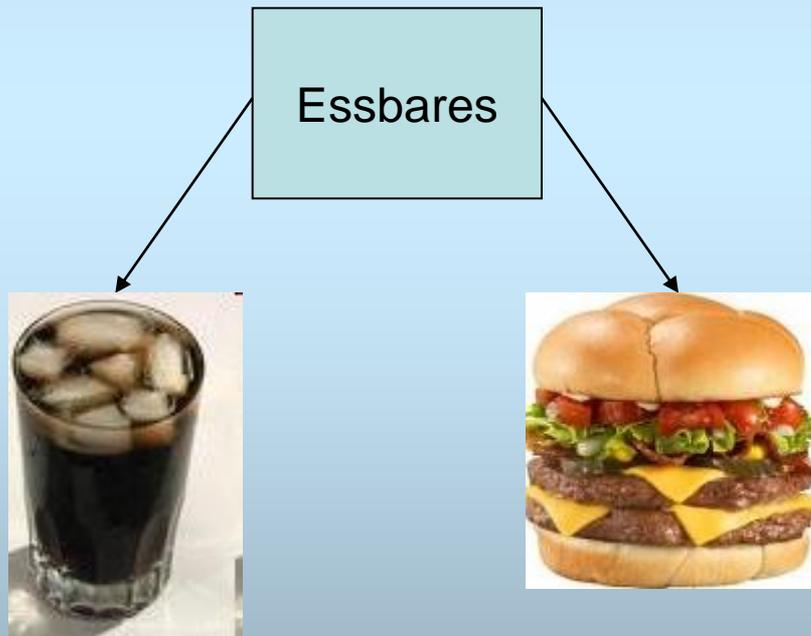
Erweiterte Taxonomie-Fehler: semantische Inkonsistenz (2)

- Übertretung des Gegenstandsbereichs durch Unterklassen-Fehler



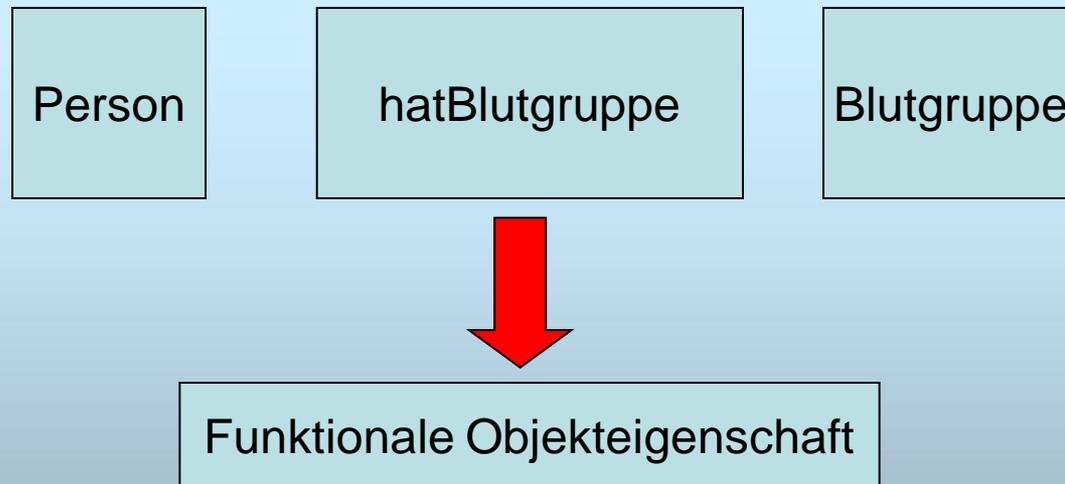
Erweiterte Taxonomie-Fehler: semantische Inkonsistenz (3)

- Disjunkter Gegenstandsbereich durch
Unterklassen-Fehler



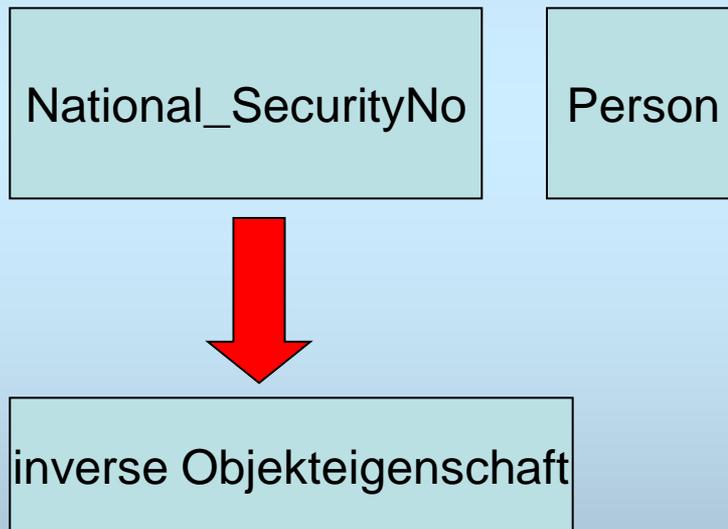
Erweiterung der Unvollständigkeit

- Auslassung von „Functional Property“ für „single valued property“ bei OWL



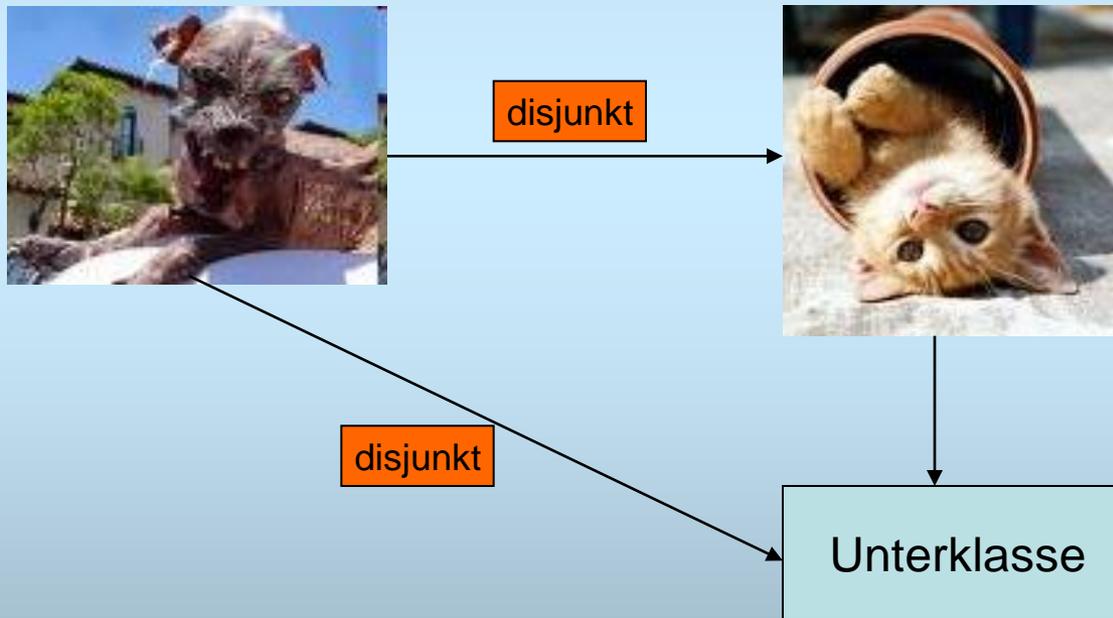
Erweiterung der Unvollständigkeit

- Auslassung von „Inverse-Functional Property“ für „unique valued property“



Erweiterung der Redundanz

- Redundanz von disjunkten Beziehungen



Praxis der Evaluation - Fallbeispiel



- erstellt vom National Cancer Institute
- Nomenklatur für Krebsforschung
- Nutzung: Mitarbeiter und Forschergemeinschaft
- Anspruch: Aktuell, Vollständig, Abbildung von Beziehungen zwischen Konzepten
- Teil der „Open Biomedical Ontologies Library“

Praxis der Evaluation - Fallbeispiel

The logo for NCIthesaurus, featuring the text "NCIthesaurus" in a serif font. "NCI" is in blue and "thesaurus" is in red. The background of the logo is a light, textured surface.

- Bildet ab: Dekriptoren, Synonyme, Definitionen, Beziehungen (Child, Parent), Eigenschaften (z.B. has_Location)
- 900 neue Einträge monatlich
- Gepflegt von Experten auf dem Fachgebiet

Methode der Evaluation

- Bewertung anhand von Standards und Kriterien
- Standards: ISO Standards für Terminologie
- Prinzipien des Ontologiedesigns, die bei anderen Ontologien angewendet wurden
- Basic Formal Ontology / DOLCE

Kriterien der Evaluation

- Definition: definiert das Konzept eindeutig und differenziert es von verwandten Konzepten
- Konzepte (Terme): linguistisch korrekt, Präzise und prägnant
- Deskriptoren: anerkannt von der Community
- Synonyme erfassen

Kriterien der Evaluation

- Unterscheidung von Klassen und Instanzen
- Unterscheidung von „Continuants“ und „Occurrents“
- Unterscheidung zwischen abhängigen und unabhängigen Konzepten
- Anwendung von Eigenschaften (properties)

Evaluation Ergebnisse

- Verletzungen der Standards – Terminologie

Emotion (Code C54266)

[Hierarchy](#) | [Subsets](#) | [Suggestion](#)
[Help](#)

[Suggest changes to this concept](#)

[Terms & Properties](#) | [Relationships](#) | [Synonym Details](#) | [View All](#)

[View in Hierarchy](#)
[View History](#)

Terms and Properties

Definition: That aspect of consciousness devoted to affect or feeling; a strong feeling, aroused mental state, or intense state of drive or unrest directed toward a definite object, with physiological, somatic, and behavioral components.

Feelings (Code C77965)

[Terms & Properties](#) | [Relationships](#) | [Synonym Details](#) | [View All](#)

Terms and Properties [View All](#)

Definition: Emotional sensations.

Preferred Name: Feelings

NCI Thesaurus Code: C77965

Evaluation Ergebnisse

Anatomic Structure, System, or Substance (Code C12219)

Terms & Properties Relationships Synonym Details View All

Terms and Properties

Definition: Body tissue, region, surface, cavity, fluid, orga

Preferred Name: Anatomic Structure, System, or Substar

Display Name: Anatomical Concepts

NCI Thesaurus Code: C12219

NCI Metathesaurus CUI: CL024589 ([see NCI Metathesa](#))

Synonyms & Abbreviations: ([see Synonym Details](#))

- Anatomic Structure, System, or Substance
- Anatomic Structures and Systems

Falsche
Synonymbildung

Evaluation Ergebnisse

Tuberculosis (Code C3423) [Suggest changes to this concept](#)

Terms & Properties Relationships Synonym Details View All [View in Hierarchy](#) [View History](#)

Terms and Properties

Definition: A chronic, recurrent infection caused by the bacterium *Mycobacterium tuberculosis*. Tuberculosis (TB) may affect almost any tissue or organ of the body with the lungs being the most common site of infection. The clinical stages of TB are primary or initial infection, latent or dormant infection, and recrudescent or adult-type TB. Ninety to 95% of primary TB infections may go unrecognized. Histopathologically, tissue lesions consist of granulomas which usually undergo central caseation necrosis. Local symptoms of TB vary according to the part affected; acute symptoms include hectic fever, sweats, and emaciation; serious complications include granulomatous erosion of pulmonary bronchi associated with hemoptysis. If untreated, progressive TB may be associated with a high degree of mortality. This infection is frequently observed in immunocompromised individuals with AIDS or a history of illicit IV drug use. — 2004

Definitionen sind
Teilweise
Beschreibungen
(Descriptions)

Evaluation Ergebnisse

NCIthesaurus

NCI Thesaurus Hierarchy

 [Send to Printer](#)

- Abnormal Cell
- Activity
- Anatomic Structure, System, or Substance
- Biochemical Pathway
- Biological Process
- Chemotherapy Regimen or Agent Combination
- Conceptual Entity
- Diagnostic or Prognostic Factor
- Diagnostic, Therapeutic, and Research Equipment
- Disease, Disorder or Finding
- Drug, Food, Chemical or Biomedical Material
- Experimental Organism Anatomical Concept
- Experimental Organism Diagnosis
- Gene
- Gene Product
- Molecular Abnormality
- NCI Administrative Concept
- Organism
- Property or Attribute
- Retired Concept

Klassenbildung
teilweise nicht
nachvollziehbar,
Unterschiedliche
Ebenen

Evaluation Ergebnisse

- Weitere Verletzungen
 - Unterscheidung „continuants“ und „occurrents“ wird nicht eingehalten
 - Falsche Verwendung von Properties (allValuesfrom, someValuesfrom)
 - Vollständigkeit: nicht alle Beziehungen zwischen Konzepten werden abgebildet

Fazit – NCI Thesaurus

- Verletzt Normen und Standards in vielfältiger Weise
- Probleme vor allem bei der Klassenbildung, der Terminologie und den Definitionen
- Probleme bei den Beziehungen und Properties

Diskussion

- Welche Evaluationsmethode haltet ihr für sinnvoll (Vor- und Nachteile)
- Können die Kriterien, die bei der NCIT Bewertung angewendet wurden, auf unsere Ontologien angewendet werden?

Quellen

BRANK, GROBELNIK u. MLADENIĆ 2005

Brank, Janez; Grobelnik, Marko; Mladenić, Dunja: *A Survey of Ontology Evaluation Techniques*.

[Online-Ressource] Stand: 2005 URL:

<http://kt.ijs.si/dunja/sikdd2005/Papers/BrankEvaluationSiKDD2005.pdf> Abruf: 2010-01-11

CEUSTERS 2005

Ceusters, Werner ; Smith, Barry ; Goldberg, Louis : A terminological and Ontological Analysis of the NCI Thesaurus. In: *Methods of Information Medicine* 44 (2005), S. 498-507

DELLSCHAFT u. STAAB 2006

Dellschaft, Klaas; Staab, Steffen: *On How to Perform a Gold Standard Based Evaluation of Ontology Learning*. [Online-Ressource] Stand: 2006 URL:

<http://iswc2006.semanticweb.org/items/Dellschaft2006fy.pdf> Abruf: 2010-01-11

FAHAD u. QADIR

Fahad, Muhammad; Qadir, Muhammad Abdul: *A Framework for Ontology Evaluation*.

[Online-Ressource] URL: <http://ftp.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-354/p59r.pdf>

Abruf: 2009-01-11

PORZEL u. MALAKA 2004

Porzel, Robert; Malaka, Rainer: *A Task-based Approach for Ontology Evaluation*. [Online-Ressource]

Stand: 2004 URL: <http://olp.dfki.de/ecai04/final-porzel.pdf> Abruf: 2010-01-11

VRADEČIĆ 2006

Vrandečić, Denny: *Ontology Evaluation for the Web*. [Online-Ressource] Stand: 2006 URL:

http://www.l3s.de/kweb/kwepsy2006/FinalSubmissions/kwepsy2006_vrandecic.pdf Abruf: 2010-01-11