- **Semantische Netze**
  - Grundidee
  - RDF
  - SPARQL
  - Was fehlt den semantischen Netzen?

- Beschreibungslogiken
- Web Ontology Language OWL

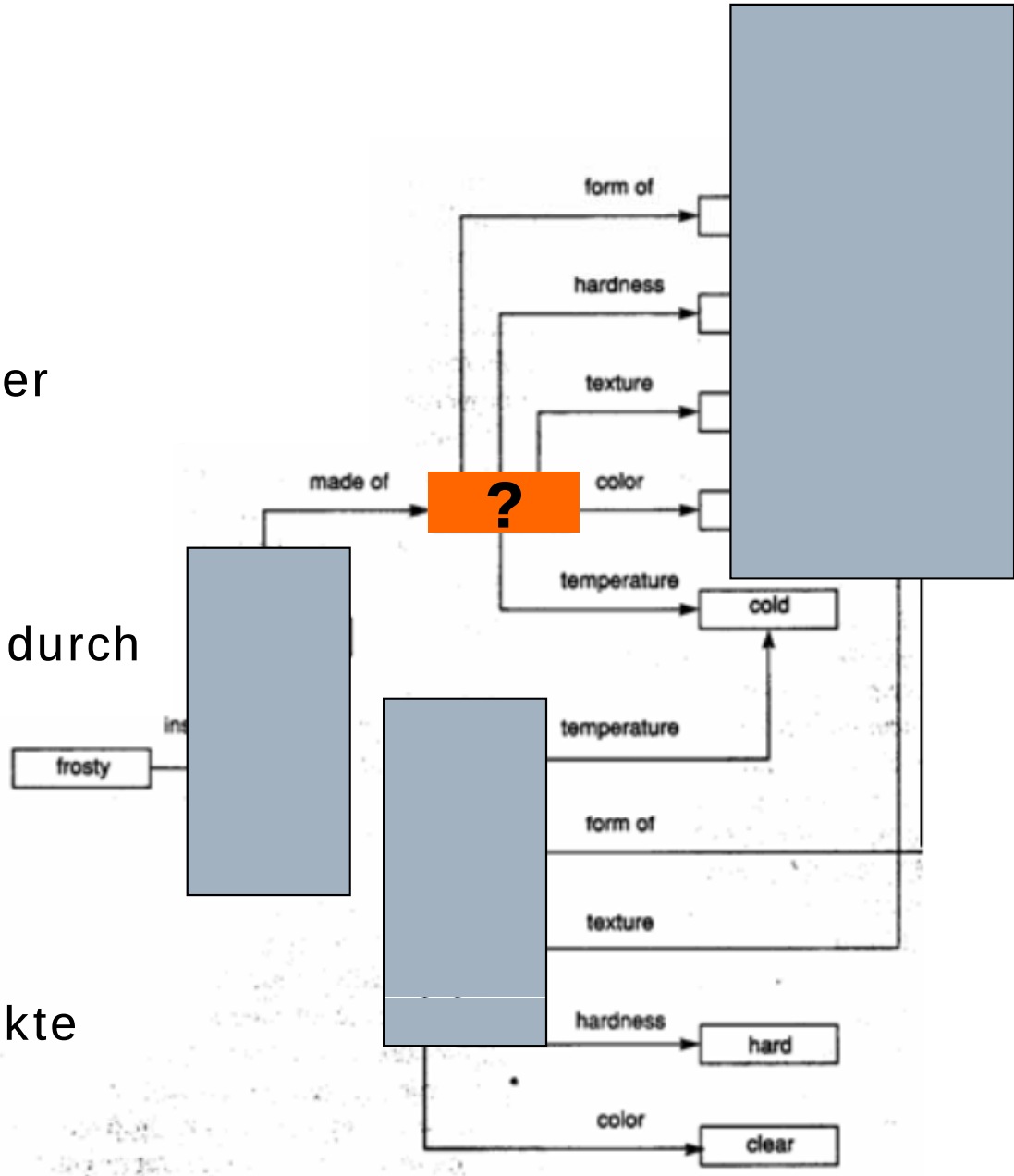
Semantische Netze

- Auch: Topic Maps, Mindmaps
- Ross Quillian, 1967
- Ziel: Sprachverarbeitung englischer Sätze

Grundidee:

Die Bedeutung eines Konzeptes kann durch seine Beziehungen zu anderen Konzepten beschrieben werden

- Semantische Netze sind **gerichtete Graphen:**
  - Knoten = Konzepte oder Objekte
  - Kanten = Relationen

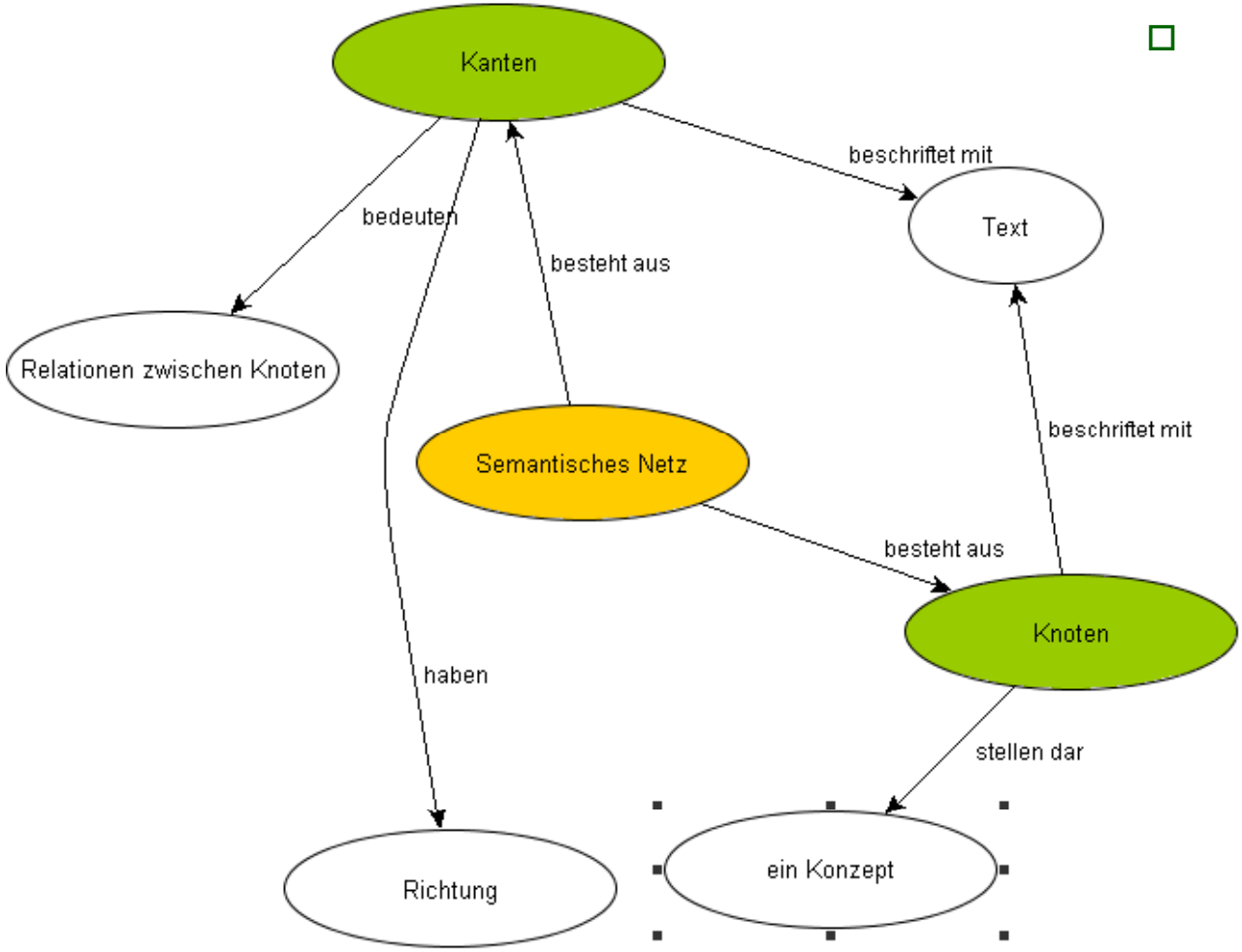


Semantische Netze

- Konzeptwissen **repräsentieren**
- Konzeptwissen **visualisieren**
- **Navigieren, Browsen** in der Wissensbasis
- **Abfragen** des Wissens

- Inferenz, Schlussfolgern von neuem Wissen

Ein semantisches Netz



- Gut geeignet zur **Repräsentation** und **Visualisierung** von Wissen über Konzepte und (binäre) Relationen zwischen Konzepten

Semantische Netze
Navigation, Browsen

Konzept im Fokus

Apollo 7
http://nasa.dataincubator.org/spacecraft/1968-089A

RDF/XML JSON Turtle

Relationen zu anderen Konzepten

Name	Apollo 7
Description	Apollo 7 was the first crewed flight of the Apollo spacecraft, with astronauts Walter Schirra, Jr, Donn Eisele, and Walter Cunningham on board. The primary objectives of the Earth orbiting mission were to demonstrate Command and Service Module (CSM), crew, launch vehicle, and mission support facilities performance and to demonstrate CSM rendezvous capability. Two photographic experiments and three medical experiments were planned.
Type	space:Spacecraft
Picture	
Disciplines	Earth Science Human Crew
Alternate name	03486
space:internationalDesignator	1968-089A
Mass	14781.0
Agency	United States
Mission	mission:apollo-7
Homepage	http://nssdc.gsfc.nasa.gov/database/MasterCatalog?sc=1968-089A
Launch	launch:1968-089

Referenzierte Konzepte

- Gut geeignet zum Browsen im Wissenbestand
- Klassische Hypertext-Idee von benannt verlinkten Konzepten

http://nasa.dataincubator.org/spacecraft/1968-089A.html

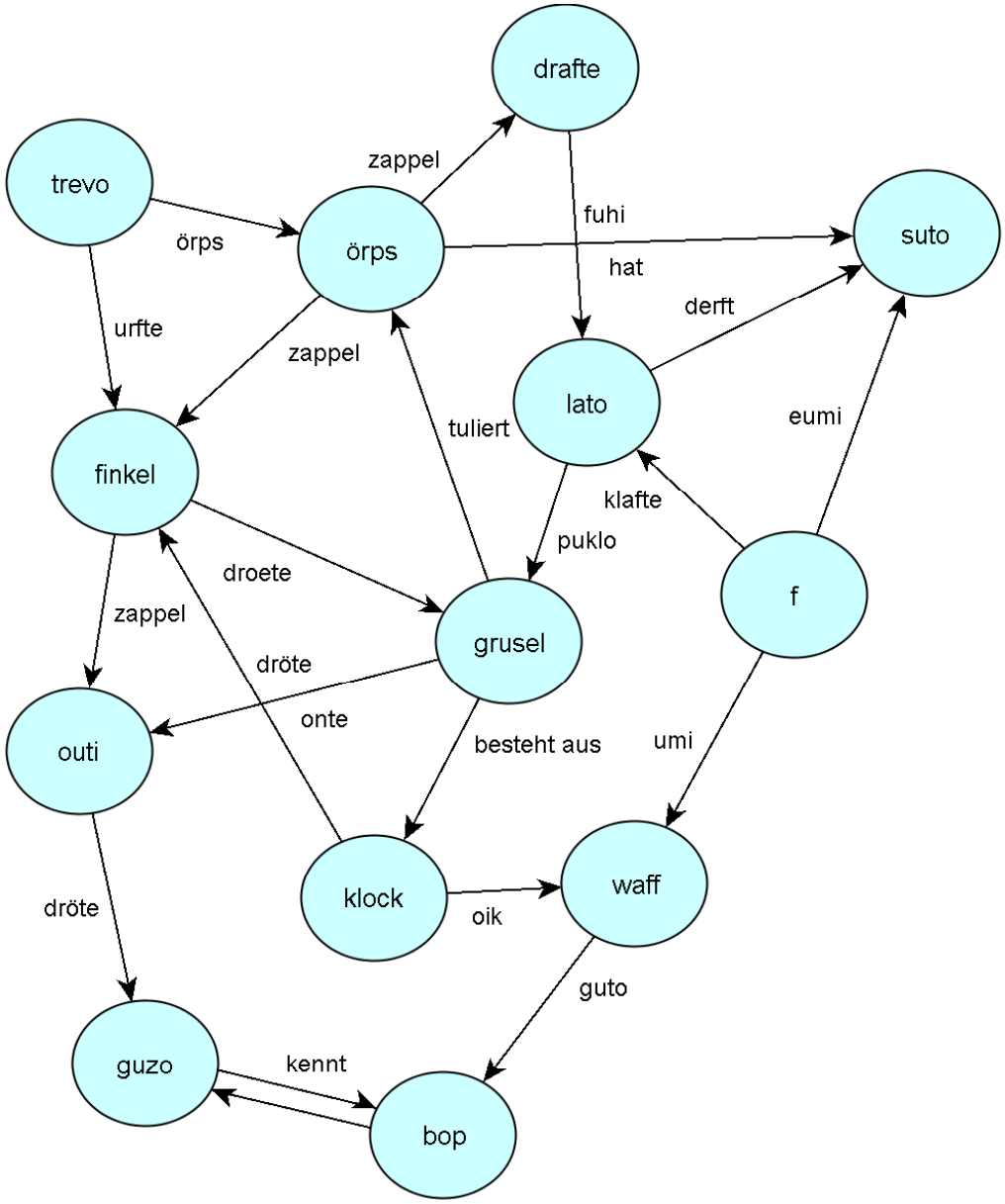
Anfragen

- Anfrage = Beschreibung des gesuchten Konzeptes als Graph
- Kinderspiel ‚Teekesselchen'

Beispiel

Wer wird von ‚örps' ‚gezappelt' und von ‚klock' ‚gedrötet'?

Wie sieht der Anfragegraph aus?



Abfrage in SPARQL

- SPARQL (**S**PARQL **P**rotocol **a**nd **R**DF **Q**uery **L**anguage)

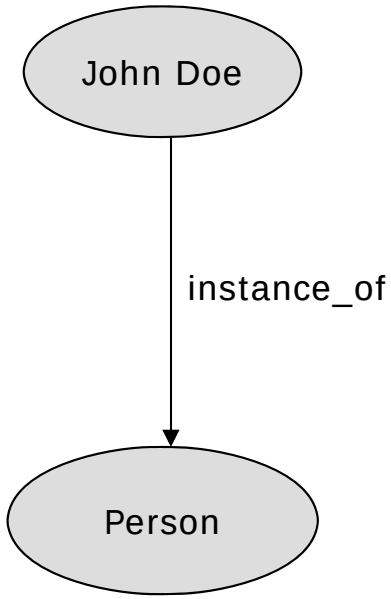
Beispiele gleich

Vorher ganz kurz etwas zu RDF

Repräsentation in RDF

RDF (**R**essource **D**escription **F**ramework)

- Datenmodell zur Beschreibung von semantischen Netzen
- W3C Recommendation, 1999 (http://www.w3.org/RDF)
- http://www.w3.org/TR/rdf-syntax-grammar/



Fakt: John Doe ist eine Person.

-> ein Tripel: Subject – Prädikat – Objekt

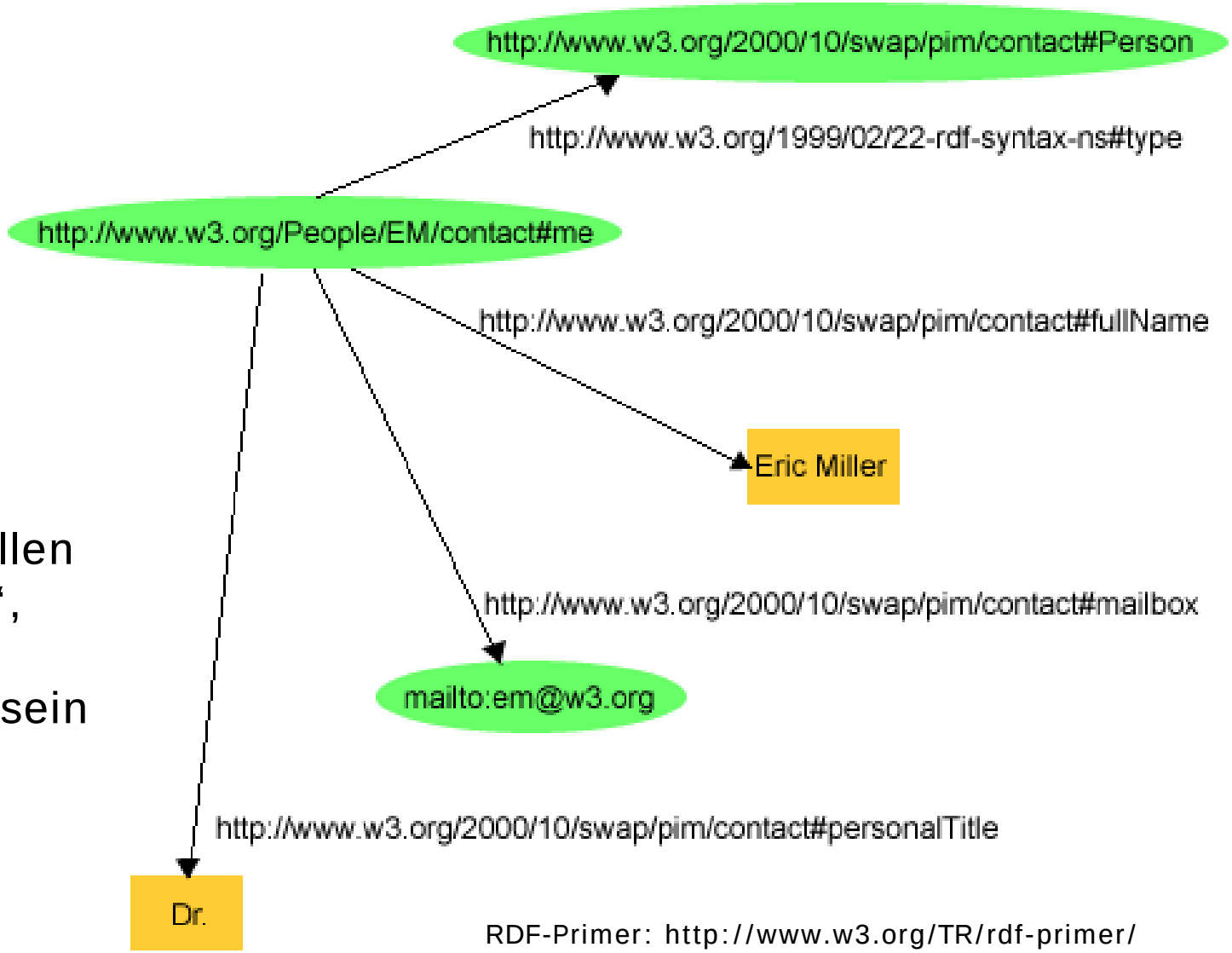
- Subjekt: URI oder leer (blank concept, Existenzquantor)
- Prädikat: URI
- Objekt: URI oder leer oder Literal
- URI (**U**niform **R**esource **I**dentifier): Schlüssel, bspw. ein Link
  - Steht für eine Instanz, ein Konzept oder eine Relation

Menge von Tripeln := RDF-Graph = semantisches Netz

- Serialisierung von Tripeln: Notation3, Turtle, **XML**

RDF-Primer:
An RDF-Graph Describing Eric Miller

- Ein RDF-Dokument lässt sich als RDF-Graph visualisieren
- Wo ist Eric Miller?
- Das beschriebene Konzept ist eine Person, hat den vollen Namen „Eric Miller“, die Mailbox „em@w3.org“ und sein Titel ist „Dr.“.



RDF-Primer: http://www.w3.org/TR/rdf-primer/

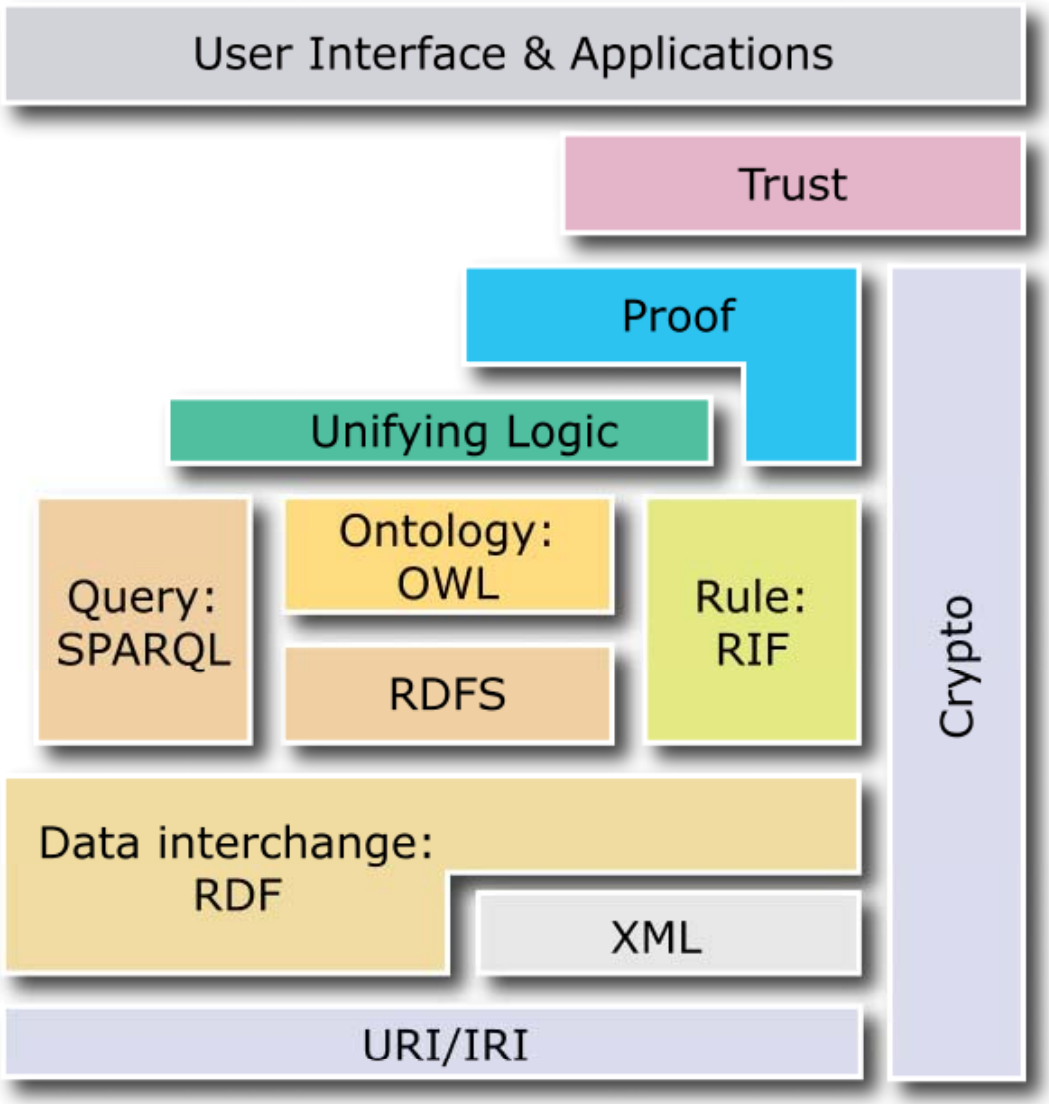
RDF im Semantic Web

RDF: Repräsentation von Fakten über Instanzen:

- a ist ein Pferd
- b ist eine Ziege
- a und b sind verliebt

nicht über Klassen

- ~~Ein Pferd ist ...~~



SPQARL Beispiel 1

- Finde alle Objekte in der Vistienkarte von Berners Lee, die einen Namen und eine Mail-Adresse haben

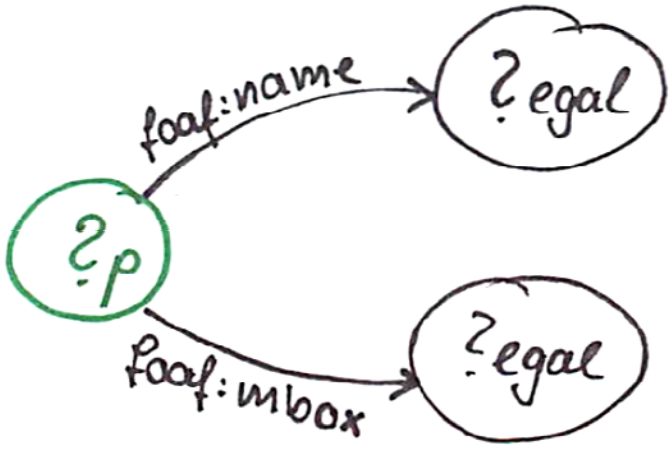
  -> d.h. die Objekte, zu denen etwas in den Relationen *name* und *mbox* steht

Für den Namensraum wird die Abkürzung foaf: eingeführt

Diese Wissensbasis wird abgefragt

```
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
    SELECT ?p
    FROM <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/card>
    WHERE {
        ?p foaf:name ?n .
        ?p foaf:mbox ?m
    }
```

Das gesuchte ?p muss diese Relationen erfüllen.



SUCHGRAPH

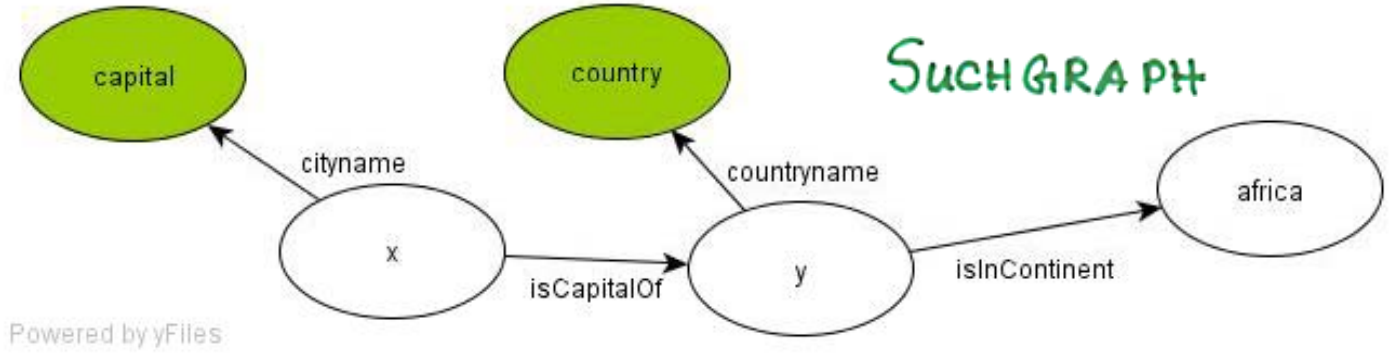
SPQARL Beispiel 2

- Finde die Namen der afrikanischen Hauptstädte.

Für den Namensraum wird die Abkürzung abc: eingeführt

```
PREFIX abc: http://example.com/exampleOntologie#
    SELECT ?capital ?country
    WHERE {
        ?x abc:cityname ?capital.
        ?y abc:countryname ?country.
        ?x abc:isCapitalOf ?y.
        ?y abc:isInContinent abc:africa.
    }
```

Die gesuchten ?capital ?country müssen diese Relationen erfüllen.



From kann oft entfallen, die SPARQL-Endpoints haben voreingestellte Wissensbasen.

Semantische Netze

- Repräsentieren
- Visualisieren
- Navigieren, Browsen
- Abfragen

- Inferenz

Semantische Netze

- Konzeptwissen **repräsentieren**
- Konzeptwissen **visualisieren**
- **Navigieren, Browsen** in der Wissensbasis
- **Abfragen** des Wissens
- Inferenz, Schlussfolgern von neuem Wissen

Semantic Web for the Working Ontologist

- **Inferencing** —The process by which new triples are systematically added to a graph based on patterns in existing triples.

- **Asserted triples** —The triples in a graph that were provided by some data source.

- **Inferred triples** —Triples that were added to a model based on systematic inference patterns.

- **Inference rules** —Systematic patterns defining which of the triples should be inferred.

- **Inference engine** —A program that performs inferences according to some inference rules. It is often integrated with a query engine.

Inferenz

Erst **spezielle Typen** von Kanten, also besondere Relationen, ermöglichen einfache Inferenzen

Besondere Relationen:

- rdf:type (instance_of) — Gundel **ist eine** Hexe
- rdfs:subClassOf — Säugetiere **sind** Wirbeltiere

oder auch:

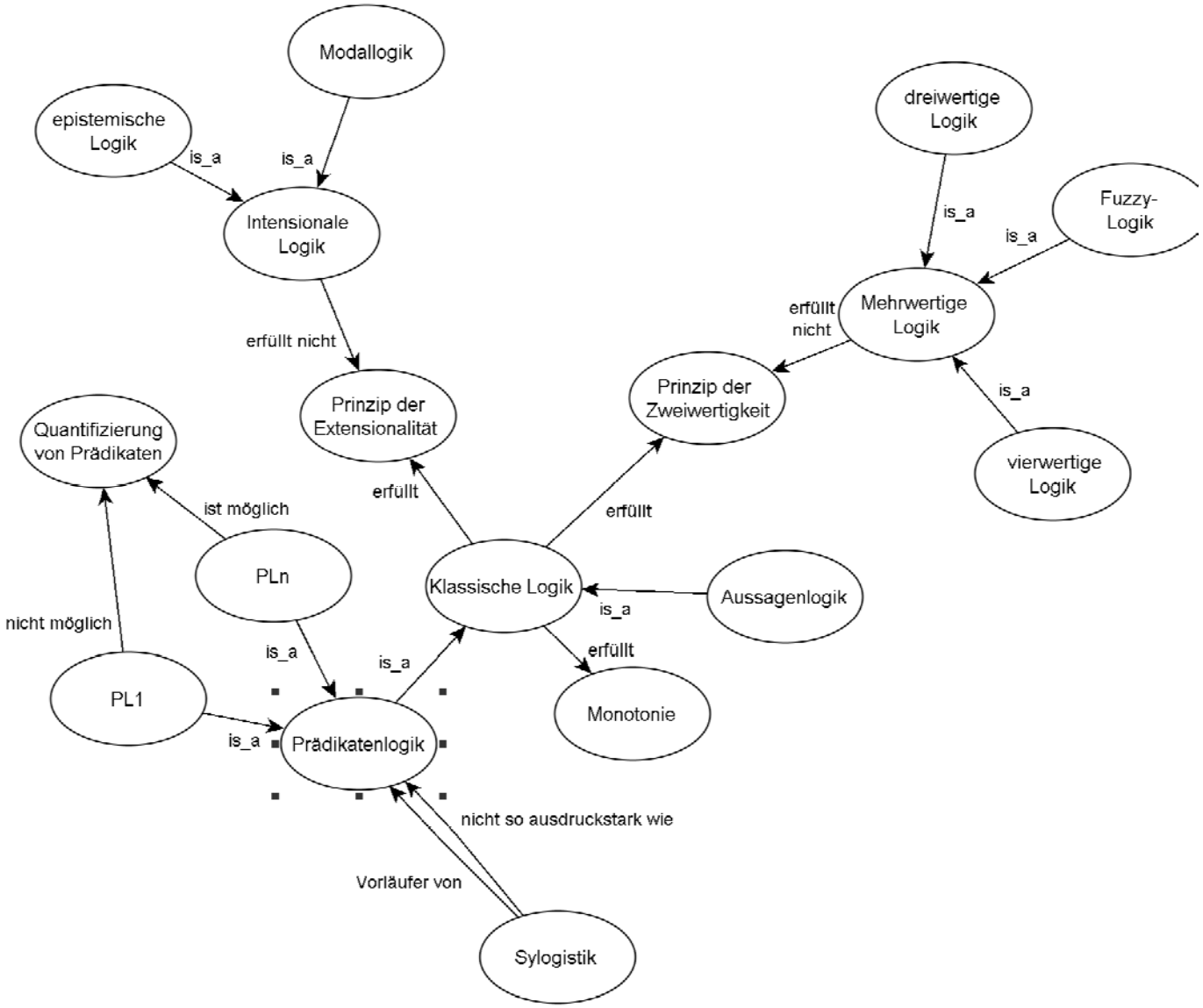
- rdfs:subProperty, — Mögen(A, B) -> Kennen(A, B)
- owl:disjointWith — disjunkt(Pizzen, Hirsche)
- ...

„.. the more expressive the language, the harder the reasoning.“

Brachmann and Levesque, 1984

Inferenz-Beispiel mit is_a

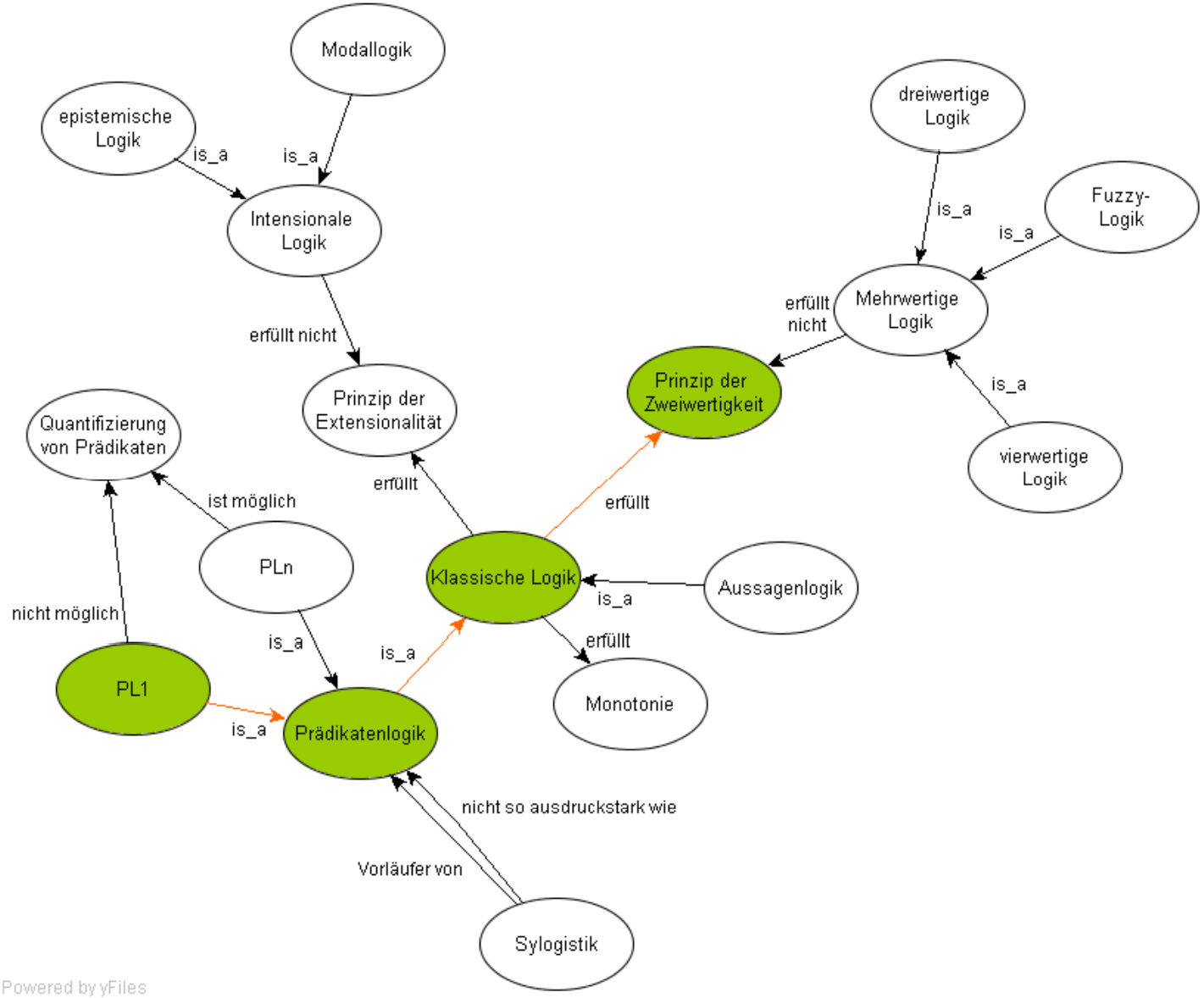
- Frage: Erfüllt die Prädikatenlogik erster Stufe PL1 das Prinzip der Zweiwertigkeit?



Inferenz-Beispiel mit is_a

- Frage: Erfüllt die Prädikatenlogik erster Stufe PL1 das Prinzip der Zweiwertigkeit?

- Auf den ersten Blick ja, aber wie können Sie sicher sein, dass die Eigenschaft „erfüllt“ sich entlang der Kanten „is_a“ vererbt?!

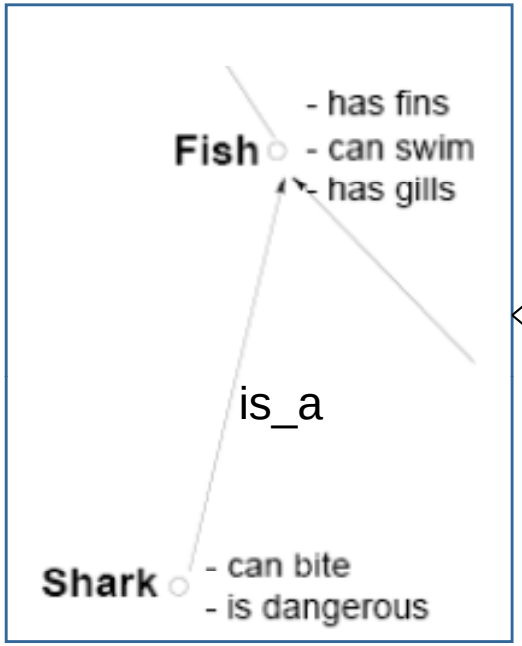


Fehlende Semantik in semantischen Netzen

Die Semantik ist bei (klassischen) semantischen Netzen **nicht formal definiert.**
=> Kanten verschieden interpretierbar (Interpreter entscheidet wie)

=> Semantische Netze sind ohne Formalisierung nicht zum maschinellen Schlussfolgern geeignet !

Beispiel Konzeptdefinition ‚Hai' mit **zwei** Interpretationen



$$\text{Shark} \equiv \text{Fish} \sqcap \text{CanBite} \sqcap \text{IsDangerous}.$$

Notwendige und **hinreichende** Hai-Bedingungen
„A ist kein Hai" ist folgerbar, falls eine Bedingung nicht erfüllt.
„A ist Hai" ist folgerbar, wenn alle Bedingungen erfüllt.

$$\text{Shark} \sqsubseteq \text{Fish} \sqcap \text{CanBite} \sqcap \text{IsDangerous}.$$

Notwendige Hai-Bedingungen (aber nicht hinreichend)
„A ist kein Hai" ist folgerbar, falls eine Bedingung nicht erfüllt.

Nachfolgeansätze

Lösung: Definition einer Semantik mit Hilfe der Prädikatenlogik / Mengenlehre

- Beispielsemantik: Interpretation von is_a-Kanten
  - A --- is_a ---> b bedeutet: „Für alle x gilt: wenn x ein Element von a ist, so ist x auch ein Element von b“

Führte in der Folge zu:

- Definition einer formalen Semantik für **RDFS** (2004)
- **Beschreibungslogiken** (Description logics), wie SHOIN(D)

Zusammenfassung Eignung

- Gut geeignet für:
  - Repräsentation von Konzepten und Beziehungen
  - Strukturierung von Wissen (Mindmaps)
  - Visualisierung von Wissen (Kommunikation!)
  - Navigation im Wissensbestand
  - Abfrage
- Nicht geeignet für:
  - Repräsentation von prozeduralem Wissen (Regeln)
  - Maschinelle Inferenz
  - Lösung: Beschreibungslogik