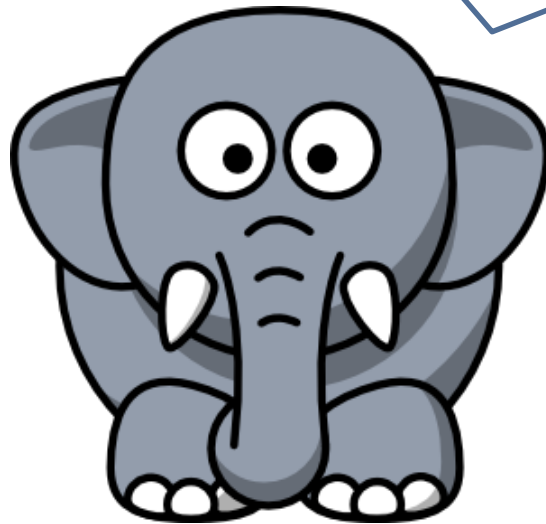




Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Autoren: Sven Osterwalder
Mira Günzburger
Professor: Dr. Jürgen Eckerle
Experte: Jean-Marie Leclerc

Datum: 30. Januar 2015



Semantische Datenbanken

Verteidigung Bachelor-Thesis

Theoretische Grundlagen; Aufbau und Nutzung einer semantischen Datenbank

Inhalt

- ▶ Allgemein
 - ▶ Motivation
 - ▶ Wissensabbildung
- ▶ Theorie: Expertensysteme
 - ▶ Wissensdatenbank
 - ▶ Inferenzmaschine
 - ▶ Benutzerschnittstelle
- ▶ Praktische Umsetzung
 - ▶ Modellierung
 - ▶ Lösung
 - ▶ Tutorial
 - ▶ Benutzerschnittstelle
- ▶ Organisatorisches
- ▶ Fazit

Allgemein

Motivation

- ▶ Beantworten von Fragen
 - ▶ Klassische Suchmaschine
 - ▶ Konzepte und Zusammenhänge → Semantisches Wissen

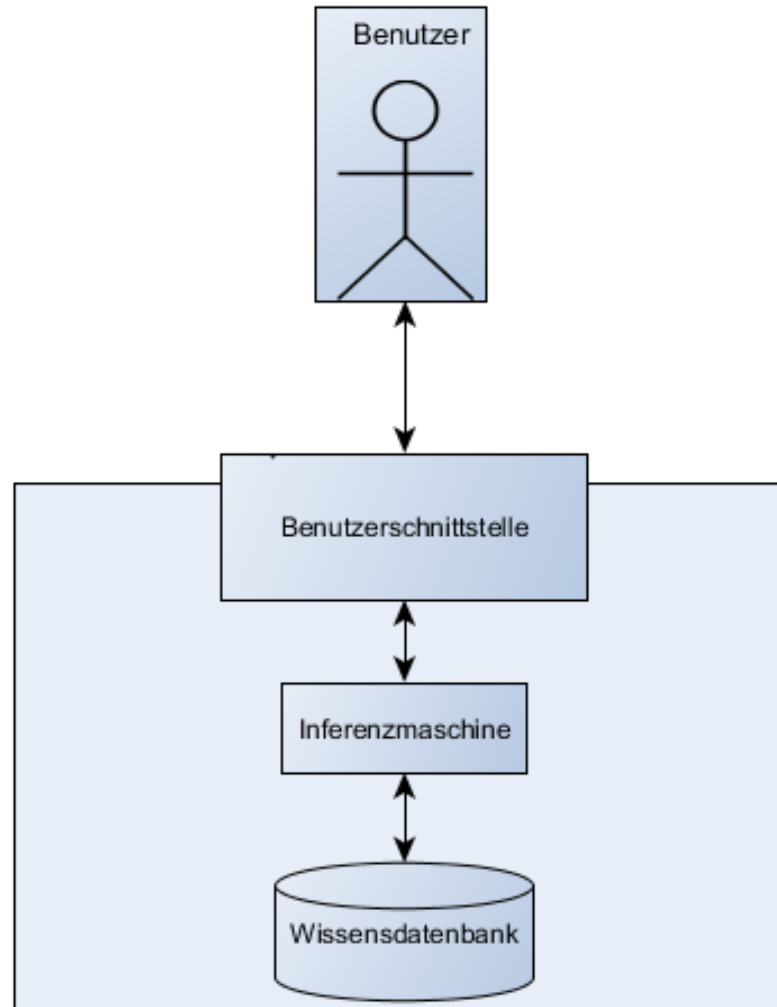
Motivation

Ziel

- ▶ Aufbau und Anwendung einer semantischen Datenbank
 - ▶ Theoretischer Teil
 - ▶ Tutorial
 - ▶ Praktischer Teil
 - ▶ Aufbau semantische Datenbank
 - ▶ Benutzerschnittstelle

Theorie: Expertensystem

Expertensysteme



Expertensystem

Wissensdatenbanken

Wissensdatenbank

Ontologie

- ▶ Basis einer semantischen Datenbank
- ▶ Formale Beschreibung von Wissen
 - ▶ Domäne
 - ▶ Ausschnitt der Welt
 - ▶ Konzepte
 - ▶ Klassen und Objekte
 - ▶ Beziehungen
 - ▶ Zwischen Individuen
 - ▶ Axiome und Prinzipien
 - ▶ Regeln

Wissensdatenbank

Ontologie

- ▶ Kommunikation
 - ▶ Computeranwendungen
 - ▶ Mensch und Computer
- ▶ Semantik zur Formulierung von Informationen
- ▶ Tripel
 - ▶ Subjekt
 - ▶ Prädikat
 - ▶ Objekt

Wissensdatenbank

Wissensrepräsentationsformen

- ▶ Semantische Netze
- ▶ Frames
- ▶ Wissensnetze

Wissensdatenbank

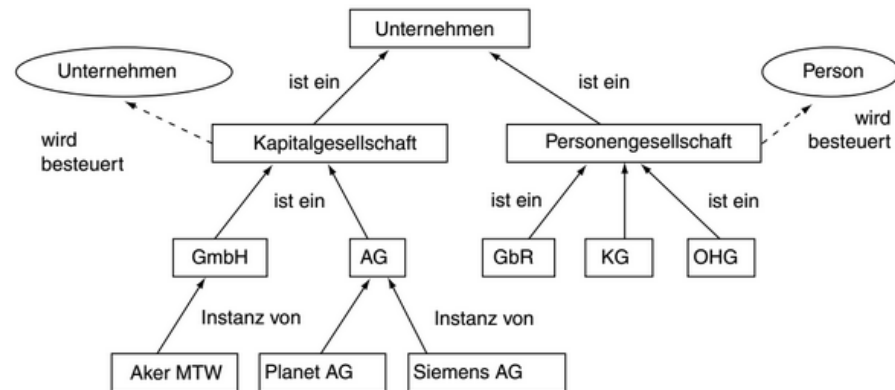
Wissensrepräsentationsformen: Semantische Netze

- ▶ Abbildung des menschlichen Gedächtnisses
 - ▶ Analyse von Wörtern und Sätzen
- ▶ Darstellung von Klassen und Beziehungen

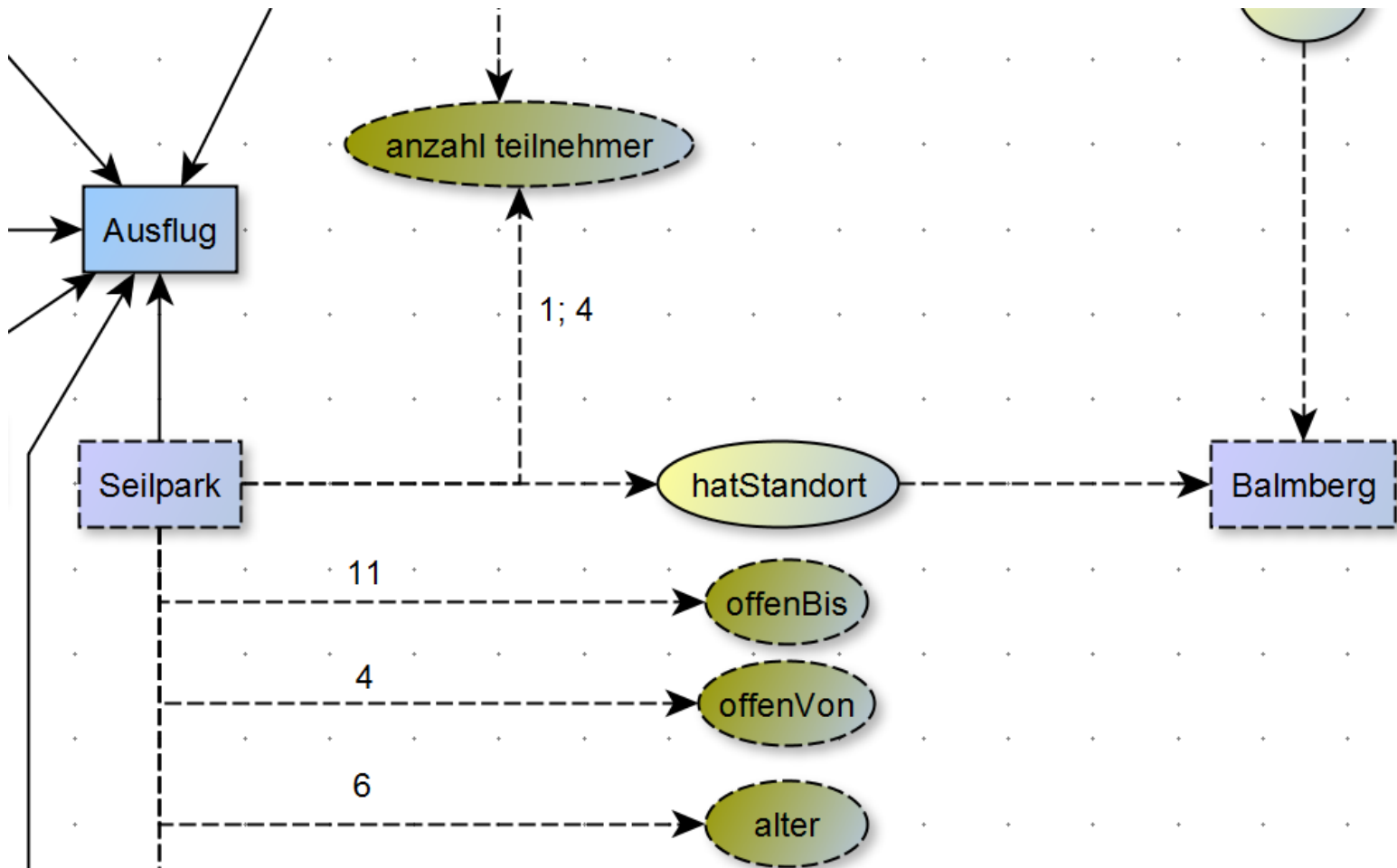
Wissensdatenbank

Wissensrepräsentationsformen: Semantische Netze

- ▶ Repräsentation in Graphen
 - ▶ Knoten
 - ▶ Begriffe (Klassen und Individuen)
 - ▶ Kanten
 - ▶ Beziehungen und Eigenschaften



Abgewandelte Form eines semantischen Netzes



Wissensdatenbank

Sprachen: RDF

- ▶ **Resource Description Framework**
- ▶ Informationen
 - ▶ aus Ressourcen formulieren
 - ▶ austauschen
- ▶ «Syntax»
- ▶ XML-artig
- ▶ Tripel-Struktur
- ▶ Verschiedene Formen

`<http://example.org/bob> <is published by> <http://example.org>.`

Wissensdatenbank

Sprachen: OWL

- ▶ **Ontology Web Language**
- ▶ Wissensbasierte Repräsentationssprache
- ▶ Basiert auf RDF-Syntax
 - ▶ Verschiedene Schreibweisen
 - ▶ Zusätzliches Vokabular
 - ▶ Beziehungen zwischen Klassen
- ▶ Verschiedene Untersprachen
- ▶ Beschreibt Ontologien

Wissensdatenbank

Sprachen: OWL

- ▶ Wichtigste Elemente
 - ▶ Klassen, Subklassen und Individuen
 - ▶ Eigenschaften
 - ▶ Objekte (Beziehungen)
 - ▶ Datentypen

Wissensdatenbank

Sprachen: OWL

```
<owl:Thing rdf:about="&reiseplaner;Bern">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;NamedIndividual"/>
  <reiseplaner:distanzZuAusgangpunkt rdf:datatype="&xsd;integer">0</
    reiseplaner:distanzZuAusgangpunkt>
  <reiseplaner:hatOrt rdf:resource="&reiseplaner;Bern"/>
  <reiseplaner:hatOrt rdf:resource="&reiseplaner;Ersigen"/>
</owl:Thing>
```

Wissensdatenbank

Sprachen: SWRL

- ▶ **Semantic Web Rule Language**
- ▶ Regeln
- ▶ Kombination OWL und RuleML

Wissensdatenbank

Sprachen: SWRL

- ▶ Aufbau
 - ▶ Bedingungen → Folgerung
 - ▶ Positive Konjunktionen von Atomen
 - ▶ Kopf
 - ▶ Körper

```
durchschnittspreis(?r, ?preis), lessThanOrEqualTo(?preis, 30), greaterThan(?preis, 20) →  
    preissegment(?r, "preiswert")
```

Wissensdatenbank

Sprachen: SPARQL

- ▶ **SPARQL Protocol And RDF Query Language**
- ▶ Abfragen
- ▶ Graph-basierte Abfragesprache
- ▶ Erinnert an SQL
 - ▶ Namespaces
 - ▶ Variablen

```
SELECT DISTINCT
    *
WHERE {
    ?object ?predicate ?subject
}
LIMIT
    10
```

Expertensystem

Inferenzmaschine

Inferenzmaschine

Allgemein

- ▶ Inferenz
 - ▶ Schlussfolgerung mittels Resolution
- ▶ Resolution
 - ▶ Verallgemeinerung des Modus Ponens
 - ▶ Logische Formeln auf Gültigkeit testen

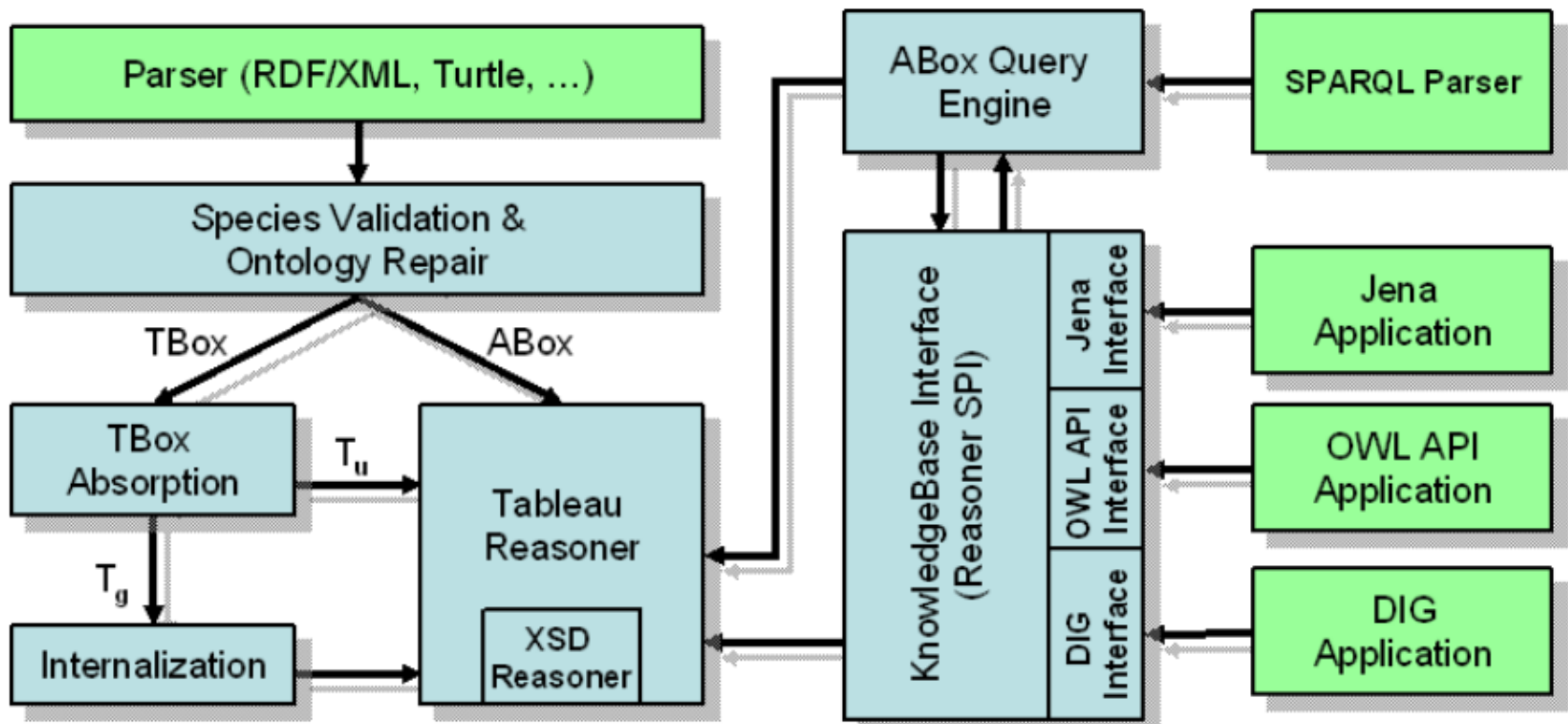
Inferenzmaschine

Inferenz und Resolution zur Ziehung von Schlüssen

- ▶ Inferenz in der Semantik
 - ▶ Neue Beziehungen zwischen Entitäten
→ Reasoner
- ▶ Beschreibungslogik
 - ▶ Teilmenge der Prädikatenlogik
 - ▶ Formalismen zur Wissensdarstellung
 - ▶ Kern von Wissensrepräsentationssystemen
 - ▶ Wissensbasis

Inferenzmaschine

Reasoner: Pellet



Inferenzmaschine

Tableau-Reasoner

- ▶ Ontologie auf Konsistenz prüfen
 - ▶ Gültige Interpretation der Ontologie
 - Modell
- ▶ Suche Modell
 - ▶ Beginnt mit initialen Graphen der Abox
 - ▶ Durch Vervollständigung
 - ▶ Inkrementeller Aufbau Tafel
 - Tableau Algorithmus
 - Aufbau von widerspruchsfreiem Graph

Inferenzmaschine

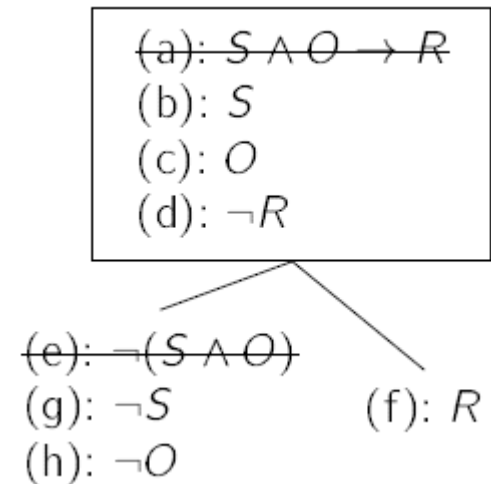
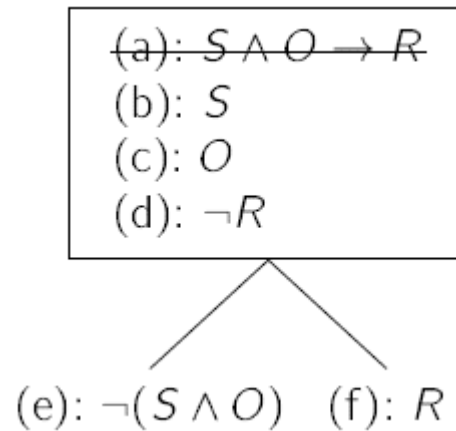
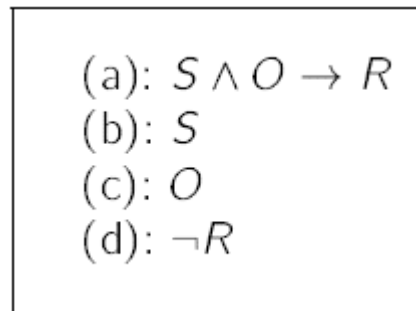
Tableau-Kalkül

- ▶ Erzeugung Modell
 - ▶ Widerspruchsbeweis
 - ▶ Vereinigung
 - ▶ Negation der Konklusion (Folgerung)
 - ▶ Menge der Prämissen (Anforderungen)
 - ▶ Erweiterung Graph
 - ▶ Anwendung von Transformationsregeln

Inferenzmaschine

Tableau-Kalkül: Beispiel

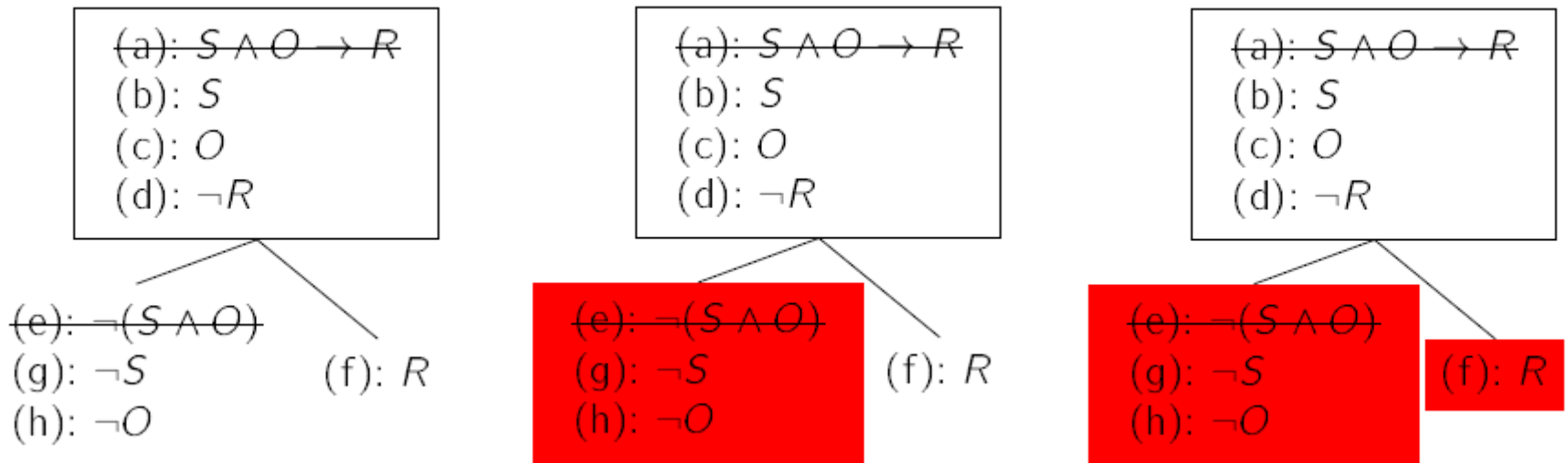
$\{S \wedge O \rightarrow R, S, O, \neg R\}$



Inferenzmaschine

Tableau-Kalkül: Beispiel

$\{S \wedge O \rightarrow R, S, O, \neg R\}$



Expertensystem

Benutzerschnittstelle

Praktische Umsetzung

Praktische Umsetzung

Modellierung

Modellierung

- ▶ Problemdomäne
 - ▶ Ursprünglich Prolog
 - ▶ Klarer Rahmen
 - Reiseplanung
- ▶ Ansätze
 - ▶ Papier
 - ▶ Graph
 - ▶ Semantische Netze
 - ▶ Prolog
- ▶ Werkzeuge
 - ▶ yEd
 - ▶ Protégé
 - ▶ Stardog

Aufbau Ontologie

- ▶ Bestandteile
 - ▶ Klassen
 - ▶ Individuen
 - ▶ Eigenschaften
 - ▶ Beziehungen
 - ▶ Regeln

Ontologie abbilden

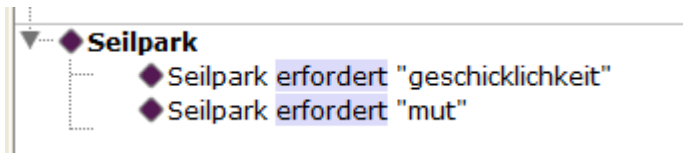
The screenshot displays the Protégé ontology editor interface for the 'reiseplaner' ontology, located at <http://www.semanticweb.org/sosterwalder/ontologies/2014/10/reiseplaner>. The interface is divided into several panes:

- Class hierarchy:** Shows a tree structure starting from 'Thing', with 'Ausflug' highlighted. Other classes include 'Jahreszeit', 'Land', 'Ort', 'Preissegment', 'Region', 'Restaurant', 'Gourmet', 'Landgasthaus', and 'Speziell'.
- Members list: Seilpark:** Lists instances of the 'Seilpark' class: 'Aarenbootsfahrten', 'AdventureRooms', 'Hürlimann_Spa', 'Seilpark' (selected), 'Sole_Uno', and 'Zoo'.
- Annotations: Seilpark:** Shows annotations for the 'Seilpark' instance, including a 'url' property with the value 'http://www.seilpark-balmberg.ch/'.
- Description: Seilpark:** Shows the description of the 'Seilpark' instance, including its type 'Ausflug' and other properties like 'Same Individual As' and 'Different Individuals'.
- Property assertions: Seilpark:** Shows assertions for the 'Seilpark' instance, including object property assertions like 'hatStandort Balmberg' and data property assertions like 'erfordert geschicklichkeit', 'anzahlTeilnehmer 1', 'offenBis 11', 'offenVon 4', 'ruhetag 8', and 'dauer 1'.

Ontologie abbilden

Anforderungen

Fakten:



Regel:

`erfordert(?a, "mut") -> nervenkitzel(?a, true)`

Ontologie abbilden

Schlussfolgerung

The screenshot displays an ontology editor interface. On the left, a class hierarchy lists several classes: Aarenbootsfahrten, AdventureRooms, Hürlimann Spa, **Seilpark** (highlighted with a red box), Sole_Uno, and Zoo. The main area is divided into three panels. The top panel, 'Annotations', shows a 'url' property with the value 'http://www.seilpark-balmberg.ch/'. The bottom-left panel, 'Description: Seilpark', shows the class 'Ausflug' as a type and options for 'Same Individual As' and 'Different Individuals'. The bottom-right panel, 'Property assertions: Seilpark', lists various properties and their values. The 'nervenkitzel true' assertion is highlighted with a red box.

Annotations

- url: <http://www.seilpark-balmberg.ch/>

Description: Seilpark

Types: Ausflug

Same Individual As: +

Different Individuals: +

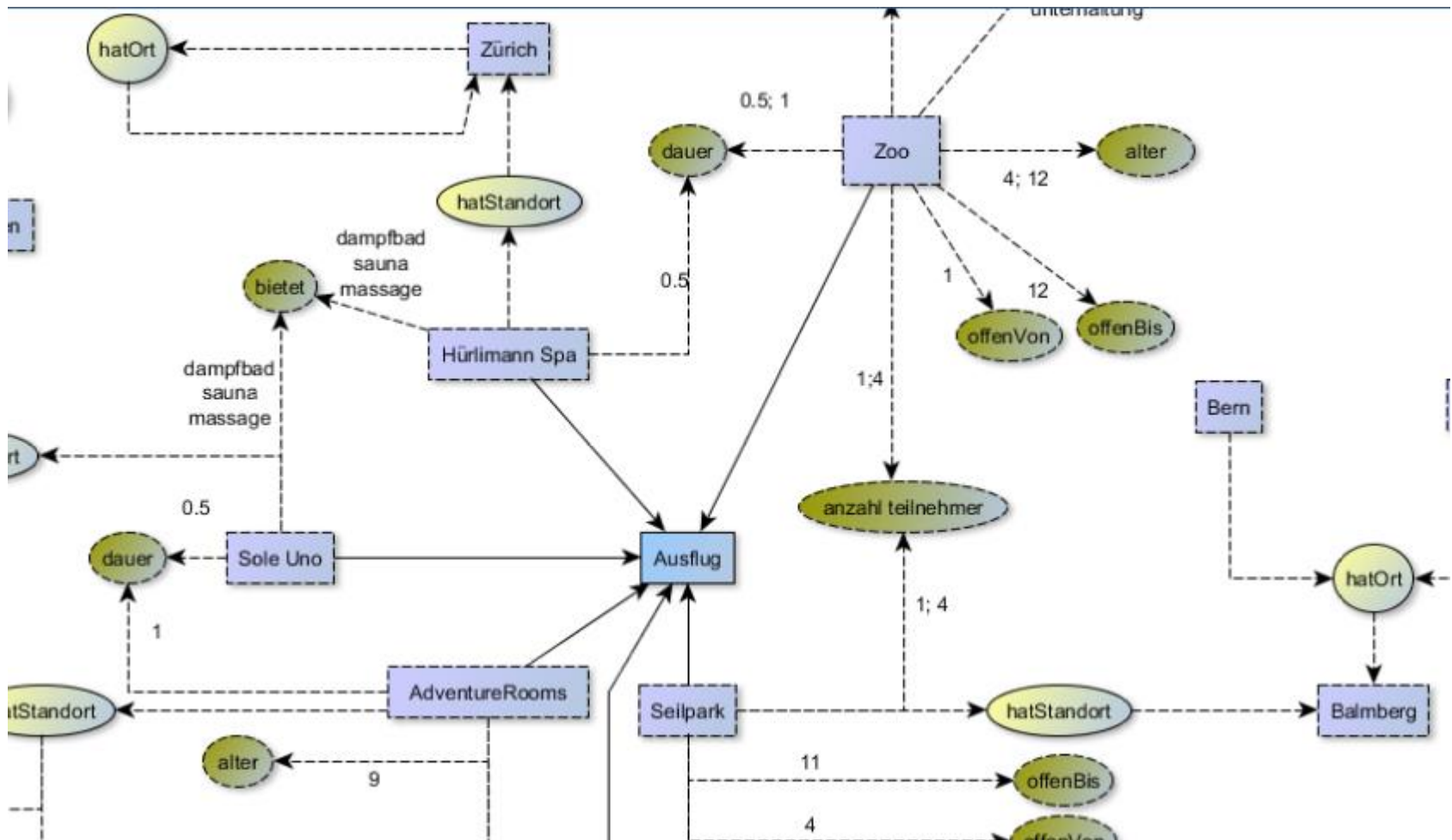
Property assertions: Seilpark

- offenVon 4
- ruhetag 8
- dauer 1
- erfordert "mut"
- anzahlTeilnehmer 4
- alter 6
- familiengerecht true
- regional true
- action true
- tages true
- nervenkitzel true**
- erfordert "mut"^^string
- erfordert "geschicklichkeit"^^string
- reiseumfang true
- kinder true

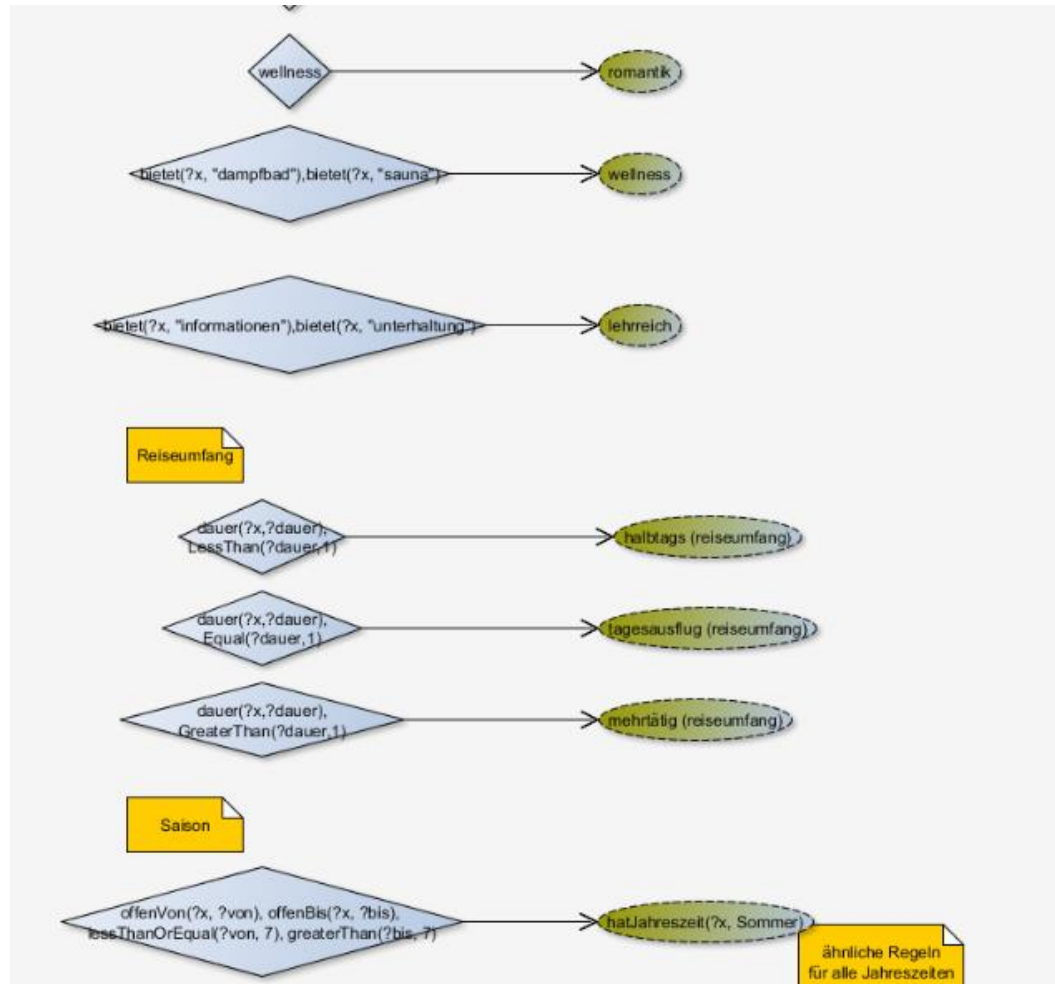
Praktische Umsetzung

Modellierung: Lösung

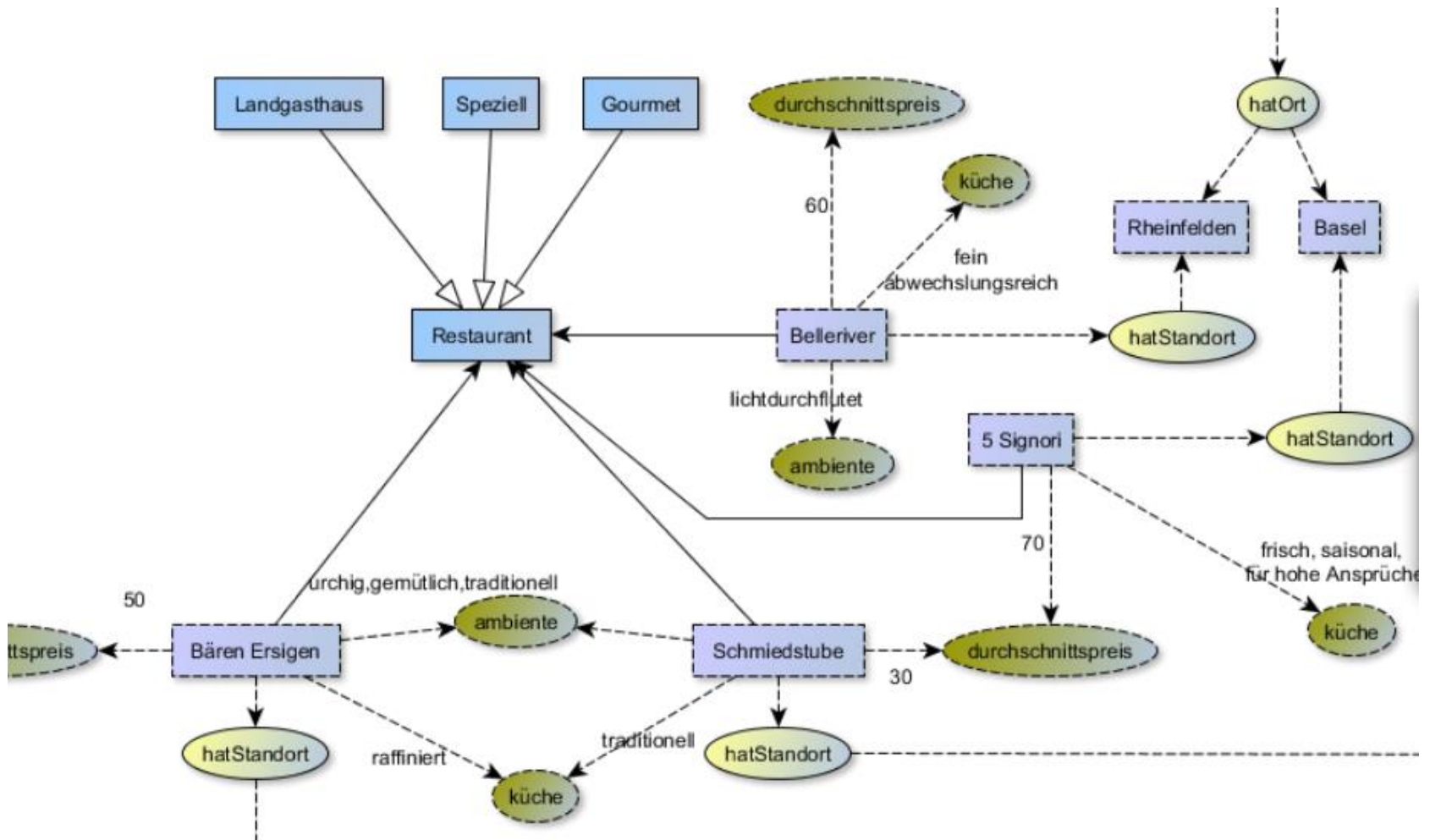
Ausflug



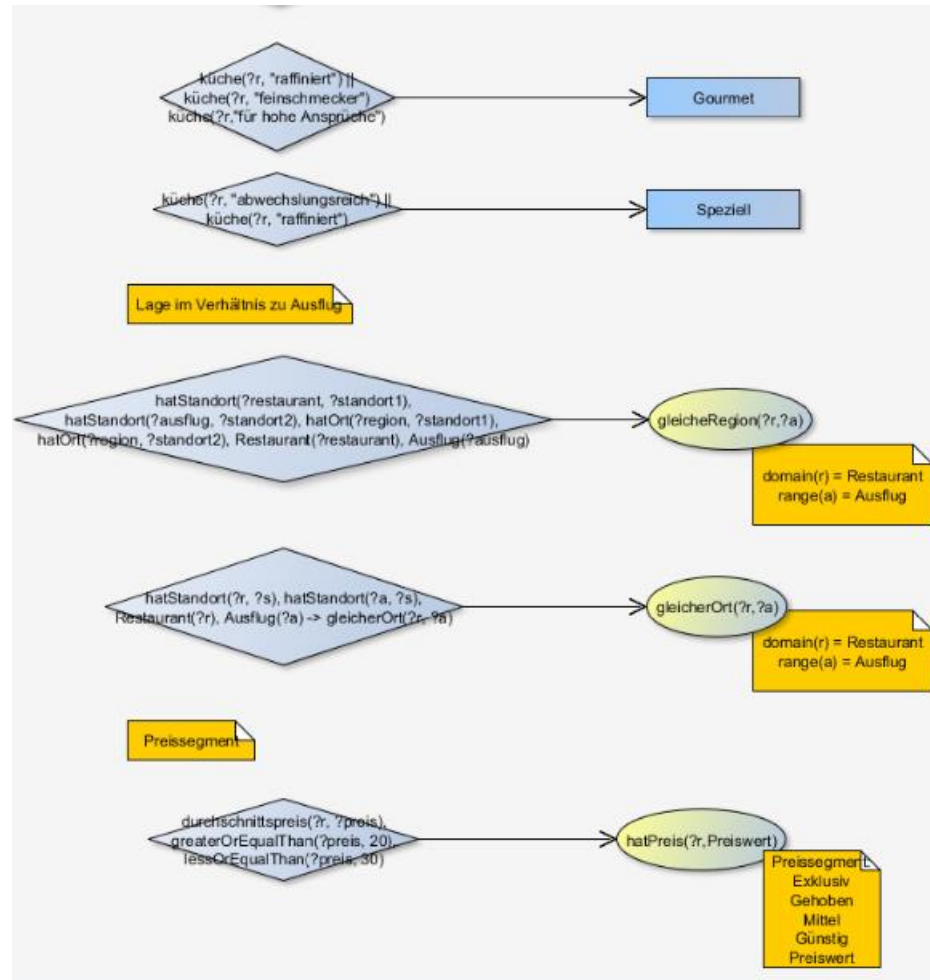
Ausflug (Regeln)



Restaurant



Restaurant (Regeln)

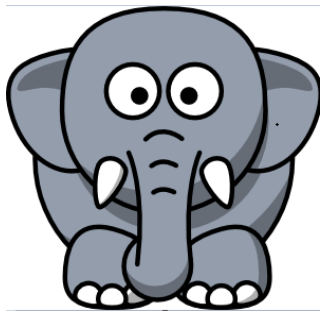


Praktische Umsetzung

Tutorial

Tutorial

- ▶ Vorgehen Knowledge-Engineer
 - ▶ Problemdomäne systematisch modellieren und formalisieren
- ▶ Aufbau
 - ▶ Theoretisches Hintergrundwissen zur Wissensmodellierung
 - ▶ Praktisches Beispiel Expertensystem
 - ▶ Gesammelte Erfahrungen



Praktische Umsetzung

Benutzerschnittstelle

Benutzerschnittstelle

- ▶ Technische Umsetzung
 - ▶ Backend
 - ▶ Graphdatenbank (Stardog)
 - ▶ Reasoner
 - ▶ REST-Schnittstelle
 - ▶ Frontend
 - ▶ Schritt-für-Schritt Assistent

Assistent

OWL Reiseplaner Start Über Impressum

Schritt 2

Welche Kriterien soll dein Ausflug erfüllen?

Ausflug

Eigenschaften

- ☐ **tages**
- ☐ **kinder**
- ☐ **kleinkinder**
- ☐ **halbtags**
- ☐ **romantik**
- ☐ **teamevent**

Organisatorisches

Organisatorisches

- ▶ Milestones
 - ▶ Detailliertere TODO-Liste um diese Milestones zu erreichen
- ▶ Regelmässige Treffen
 - ▶ Fragedokument
- ▶ Erkenntnisdokument
 - ▶ als Grundlage für Abschlussdokument
- ▶ Journal

Fazit

Fazit

- ▶ Fokus auf Prozess
- ▶ Wechsel Problemdomäne
- ▶ Mächtig aber doch mit gewissen Einschränkungen
 - ▶ Beschränkt intelligent
 - ▶ Werkzeuge
- ▶ Persönliches Fazit
 - ▶ Forschen und Experimentieren
 - ▶ Umdenken
 - ▶ Viele neue Lerninhalte



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

