

## 3.2 Semantische Netze und Topic Maps

(1)

Def: Ein **semantisches Netz** ist ein Graph von Begriffen und ihren Beziehungen (Relationen).

Entwickelt wurden semantische Netze als Konzepte der Wissensrepräsentation durch Linguisten (Quillian (1967)) und Informatikern (Sowa (1991)) (vgl. WIKIPEDIA: Stichwort „**Semantisches Netz**“ . [http://de.wikipedia.org/wiki/Semantisches\\_Netz](http://de.wikipedia.org/wiki/Semantisches_Netz) (21.02.2008)).

Semantische Netze eignen sich als Graphen für die maschinelle Verarbeitung.

## 3.2 Semantische Netze und Topic Maps

(2)

- Semantische Netze sind gefärbte **Graphen**  $G=(E,K)$ , die aus einer Menge  $E$  von **Ecken** (Knoten) und einer Menge  $K$  von **Kanten** bestehen. Die Ecken repräsentieren **Begriffe**. Die Kanten stellen **Relationen** zwischen Begriffen dar.
- In der Regel werden zweistellige Relationen betrachtet:  $r(a,b) :=$  zwischen den Begriffen  $a$  und  $b$  besteht die **semantische Relation**  $r$ .
- Folgende Typen von semantischen Relationen werden häufig verwendet (vgl. z. B. das WordNet der Univ. Princeton: [WordNet]: „WordNet 3.0“, <http://wordnet.princeton.edu/> ):

## 3.2 Semantische Netze und Topic Maps

(3)

- Relationen zwischen Ober- und Unterbegriffen (**Hyperonymie, Hyponymie**). Z. B. Kfz ist ein Oberbegriff (Hyperonym) von Pkw bzw. Lkw. Pkw ist ein Unterbegriff (Hyponym) von Kfz. Diese Relationen sind transitiv (=: trans.) und asymmetrisch (=: asym.).
- **Instanzrelation**: „Fahrzeug mit Kennz. BN XX 999“ ist Instanz der Klasse Kfz. (nicht trans., asym.).
- **Meronymie** (a ist Teil von b) / **Holonymie** (c enthält d). (asym.).
- **Synonymie** (a ist bedeutungsgleich zu b): Z. B. a=Handy, b=Mobiltelefon. Die Synonymie ist eine Äquivalenzrelation: sym., trans., reflexiv.

## 3.2 Semantische Netze und Topic Maps

(4)

- **Antonymie:** a ist die Negation von b. Z.B. a = tot, b = lebendig. : sym., nicht trans., nicht reflexiv.
- **Kausation:** Kausale Verbindung von Ereignissen: a = stark erwärmen, b = tauen: asym., trans.
- Neben diesen lexikalisch-semantischen Relationen gibt es auch anwendungsspezifische Relationen. Z.B. r=„unterliegt“: r(KfZ, StVO).
- Im Zusammenhang mit dem Konzept des „Semantic Web“ (Berners-Lee) wird das WWW als semantisches Netz betrachtet.

## 3.2 Semantische Netze und Topic Maps

(5)

BSP: Ein semantisches Netz für Begriffe des Straßenverkehrs.

a) Begriffsmenge  $E = \{\text{StVO, Kfz, Lkw, Pkw, Auto, Moped, Fahrrad, Fußgänger, Zebrastreifen, Motor, Kette, Rücklicht, Tag, Nacht, ...}\}$

b) Relationen:

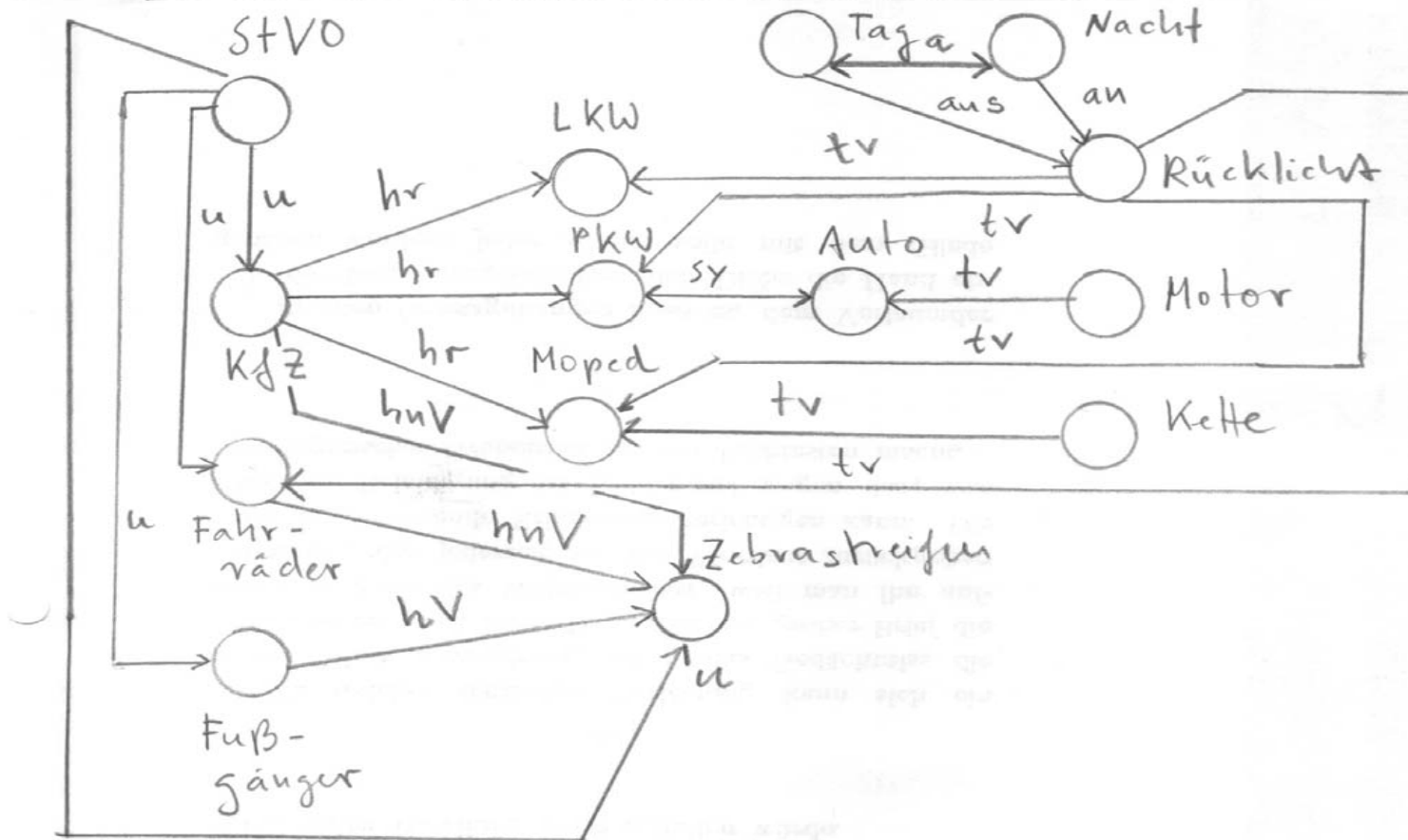
1. hr:= Hyperonymie (z.B. hr(Kfz,Pkw))
2. sy:= Synonymie (z.B. sy(Pkw,Auto))
3. u:= unterliegt (z.B. u(Fahrrad,StVO))
4. tv:= Teil von (Meronymie) (z.B. tv(Kette,Moped))
5. a:= Antonymie (z.B. a(Tag,Nacht))
6. an/aus:= Kausationen (z.B. an(Nacht,Rücklicht))
7. hV/hnV:= hat [nicht] Vorfahrt an (z.B. hnV(Kfz,Zebrastreifen))

# 3.2 Semantische Netze

## Beispielnetz: Straßenverkehr

(6)

BSP.: Semantisches Netz: Straßenverkehr:



## 3.2 Semantische Netze und Topic Maps

(7)

Entity-Relationship-Diagramme (ERD) sind Beispiele semantischer Netze.

Semantische Netze können persistent in XML definiert werden (BSP: Auszug aus SEMNET.DTD):

```
<!ELEMENT NETZ(B_MGE,K_MGE,TU_FOLGE)>
```

```
<!ELEMENT B_MGE (BEGRIFF *)>
```

```
<!ATTLIST B_MGE ...>
```

```
<!ELEMENT K_MGE (KANTE *)>
```

```
<!ATTLIST K_MGE ...>
```

```
<!ELEMENT TU_FOLGE (TUPEL *)>
```

```
<!ATTLIST TU_FOLGE ...>
```

```
<!ELEMENT BEGRIFF ( ... )>
```

```
<!ATTLIST BEGRIFF ...>
```

```
.... ..
```

## 3.2 Semantische Netze und Topic Maps

(8)

- **Topic Maps** sind mit semantischen Netze verwandt und dienen der Wissensrepräsentation. Sie sind in ihrem Aufbau normiert (ISO/IEC 13250). Für sie liegt ein definierter XML-Repräsentationsmechanismus vor (XTM: XML Topic Maps: <http://topicmaps.org/xtm/index.html> ). Für Topic Maps als netzwerkartige Graphen  $G=(E,K)$  gelten bestimmte Regeln für die Färbung von Ecken und Kanten:
- **E**: Ecken sind die sog. **Topics**, die Wissenssammlungen über bestimmte Gegenstände bzw. Themen repräsentieren. Gegenstände bzw. Themen heißen **subjects**. Es wird zwischen adressierbaren (d.h. auf Rechnern vorhandenen) und nichtadressierbaren (d.h. nicht auf Rechnern vorhandenen) subjects unterschieden.



## 3.2 Semantische Netze und Topic Maps

(9)

- **K:** Topic Maps unterscheiden zwei Kantenarten: a)  
**Assoziationen:** Eine Assoziation ist eine Verknüpfung zwischen zwei Topics. Assoziationen sind mit **Rollen** gefärbt. Eine Rolle beschreibt die Funktion eines Topics in einer Assoziation. b)  
**Occurrences:** Eine Occurrence ordnet ein Dokument (z.B. eine WEB-URL) einem Topic zu.
- Ein Topic kann **mehrere** Namen haben: Z. B. der Topic Sonne kann die Namen (Sonne, sun, sol) haben. Der **Scope** eines Topic Net steuert die Gültigkeitsbereiche von Namen. Z.B.:  
Scope=Spanisch => Topic\_Name(Sonne) = sol.
- Für Topic Maps gibt es eine Programmierschnittstelle: TMAPI:  
<http://www.tmap.org>

## 3.3 Ontologien

(10)

- Eine in der Informatik gebräuchliche Definition für den Begriff **Ontologie** lautet: „An ontology is a formal explicit specification of a shared conceptualization for a domain of interest“ (T. Gruber (1993) zit. n. St. Staab, R. Studer [Hrsg.]: “Handbook on Ontologies“, [St2] S. VII).
- Anm.1: Wenn für einen Gegenstandsbereich G eine Ontologie O aufgestellt wird, dann ist ein System von Begriffen explizit und formal zu spezifizieren, damit einer Gruppe von Nutzern ein **gemeinsames Verständnis** der Begriffe ermöglicht wird.
- Anm.2: Die Gruppe der Nutzer einer Ontologie kann sowohl aus Menschen als auch aus maschinell ausführbaren Programmen bestehen: „Ontologies provide a way of capturing a **shared understanding** of terms that can be used by **humans** and **programs** to ...“

## 3.3 Ontologien

(11)

- Anm.2 (Forts.): ...aid in information interchange“ [OIL-Whitepaper 2000:  
<http://www.ontoknowledge.org/oil/download/oil-whitepaper.pdf> ]
- Anm.3: Die Eigenschaft der formal exakten Spezifikation und die Festlegung auf einen begrenzbaren Gegenstandsbereich unterscheidet den Ontologiebegriff der Informatik von dem der Philosophie. Dort ist die Ontologie auf den gesamten Bereich des Seins bezogen: Ontologie ist die „Lehre vom Sein als solchem, von den allgemeinsten Seinsbegriffen, Seinsbedeutungen und Seinsbestimmungen“ [J. Hoffmeister: „Wörterbuch der philosophischen Begriffe“, Hamburg 1955, S. 443].

## 3.3 Ontologien

(12)

- Eine Ontologie  $O$  besteht formal im wesentlichen aus einem 4er-Tupel:  $O = (C, R, HC, A0)$  [R. Volz 2001].
- **C (concepts)** ist eine Menge von Begriffen, die durch ein **kontrolliertes Vokabular** repräsentiert wird:  $C = \{c1, c2, \dots, cn\}$
- BSP1: Ist **OStV** eine Ontologie für den Straßenverkehr, dann enthält  $C$  z.B. die folgenden Termini, die dem kontrollierten Vokabular der Straßenverkehrsordnung angehören:  $C = \{\text{Fußgängerüberweg, Kfz, Lkw, Pkw, Motor, Vorfahrt, ...}\}$
- **R (relations)** ist eine Menge von zweistelligen Relationen, die zwischen Begriffen aus  $C$  bestehen. BSP1:  $R = \{\text{teilVon(,), hatVorfahrtAn(,), wirdSanktioniertMit(,), ...}\}$

## 3.3 Ontologien

(13)

- **HC (hierachy of concepts)** ist eine Begriffshierarchie, in der alle Begriffe aus  $C$ , zwischen denen eine Hyperonymiebeziehung  $\langle c1, c2 \rangle$  ( $:= c1$  ist Oberbegriff von  $c2$ ) besteht, eingeordnet sind. BSP1:  $\langle \text{Fahrzeug}, \text{Kfz} \rangle$ ,  $\langle \text{Kfz}, \text{Pkw} \rangle$ ,  $\langle \text{Kfz}, \text{Lkw} \rangle$ ,  $\langle \text{Fahrzeug}, \text{Straßenbahn} \rangle$ , ... .
- **A0 (axioms)** ist eine Menge von Axiomen, die in einer Logiksprache formuliert sind. Axiome regeln grundlegende Eigenschaften für Begriffe aus  $C$ . Als Logiksprache kann z.B. eine auf der Prädikatenlogik und der Mengenlehre aufbauende Beschreibungslogik (description logic) verwendet werden. BSP1: Für die Extensionen (Gegenstandsmengen) bestimmter Begriffe aus OStV können folgende Axiome formuliert werden:
  - a. disjoint Lkw Pkw; /\* Es gibt keinen Gegenstand, der sowohl Lkw als auch Pkw ist.\*/

### 3.3 Ontologien

(14)

- b. covered Pkw by Kfz; /\* Der Gegenstandsbereich von Pkw ist Teilmenge des Gegenstandsbereichs von Kfz.\*/
- c. disjoint-covered Kfz by Pkw Lkw motorisiertes Zweirad Omnibus Sonderfahrzeug; /\* Für den Gegenstandsbereich von Kfz (=G) gilt in Bezug auf die Gegenstandsbereiche von Pkw (=G1), Lkw (=G2), motorisiertes Zweirad (=G3) Omnibus (=G4) und Sonderfahrzeug (=G5):

$$G = G1 \cup G2 \cup G3 \cup G4 \cup G5$$

mit  $\forall 1 \leq i < j \leq n : G_i \cap G_j = \{\}$  \*/

## 3.3 Ontologien

(15)

Anwendbarkeit von Ontologien:

Um Ontologien maschinell anwenden zu können, z.B. um semantische Suchoperationen im WWW zu unterstützen, müssen neben einer maschinell verarbeitbaren Ontologie-Definitionssprache (vgl. Kap. 3.5) auch folgende Bedingungen erfüllt sein:

A) **Instanzreferenz** (vgl. [Volz2001]): Entitäten einer Ontologiedefinition (Begriffe, Relationen) müssen, damit die Ontologie auf einer Gegenstandsbereich anwendbar wird, über Instanzmengen für Begriffe (Menge von Objektbezeichnern) und für Relationen (Menge von Relationswertetupel) verfügen.

BSP1: c1=Kfz (mit Kennzeichen), c2=Motor (mit Motornummer). (Motornr=WDB999888,Kennz=BN XX999)  $\varepsilon$  teilVon(c2,c1).

B) Man benötigt einen **Persistenzmechanismus** (File-System bzw. Datenbank), um die Ontologiedefinition und zugehörige Instanzen speichern zu können.

## 3.3 Ontologien

(16)

**C) Inferenzmechanismus:** Der Inferenzmechanismus, mit dem auf Beziehungen zwischen und Eigenschaften von Gegenständen der Ontologie geschlossen wird, muß implementierbar sein. Die Implementation baut auf Instanzreferenzen (vgl. A)) auf und kann durch eine mit dem Persistenzmechanismus verbundenen Anfragesprache (falls vorhanden, wie z.B. SQL, OQL, XQuery, ...) unterstützt werden.

BSP2: Figurenontologie ( <http://www.figurenontologie.de/> )